

# ANATOMÍA COMPARADA DEL LEÑO DE *Spondias mombin* L. (ANACARDIACEAE) QUE CRECE EN ZONAS DE BANCO Y BAJÍO DE LA RESERVA FORESTAL CAPARO (BARINAS, VENEZUELA)

*Comparative wood anatomy of Spondias mombin L. (Anacardiaceae) from banco and bajo sites in Reserva Forestal Caparo (Barinas, Venezuela)*

Alexander N. Araque y Williams J. León H.

Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Laboratorio de Anatomía de Maderas. Mérida-Venezuela. E-mail: alex1270@yahoo.es, wleon@ula.ve. Recibido: 02-03-06 / Aceptado: 06-05-06

## RESUMEN

Se realizó un estudio sobre la ecoanatomía de la madera de *Spondias mombin* L. (Anacardiaceae) que crece en condiciones de banco y bajo en la Reserva Forestal Caparo (Barinas, Venezuela). Se estudiaron diez individuos, cinco en cada posición fisiográfica, y se evaluaron las características cuantitativas de los elementos de conducción (frecuencia de vasos, diámetro de poros y longitud de elementos vasculares) para calcular los índices de Carlquist (1977). Los criterios para la descripción fueron los estipulados por IAWA Committee (1989). En ambas zonas, *Spondias mombin* manifiesta un comportamiento xilemático mesomórfico. Las diferencias entre individuos de banco y bajo no son significativas. Las principales diferencias se concentraron en frecuencia de poros y características de conductos gomíferos transversales.

**Palabras clave:** Ecoanatomía, madera, mesomorfía, conducción, índices de Carlquist.

## ABSTRACT

Ecological wood anatomy of *Spondias mombin* L. (Anacardiaceae) from banco-sites and bajo-sites in Caparo Forest Reserve (Barinas, Venezuela) were studied. The sample were five trees from banco-site and five from bajo-site. The following features from conduction cells were studied: vessel frequency, vessel diameter and vessel element length; Carlquist's indexes were calculated. IAWA Committee (1989) list was used for description. In banco-site and bajo-site, *Spondias mombin* has a xylematic tissue of mesomorphic type and were no found significative differences in trees from both zones.

**Key words:** Ecoanatomy, wood, mesomorphy, conduction, Carlquist's indexes.

## INTRODUCCIÓN

El estudio del xilema ha adquirido gran importancia en los últimos años, especialmente si se toma en consideración las diferentes aplicaciones que se le puede dar al conocimiento de la estructura de la madera. En el tallo se encuentran un conjunto de tejidos cuya funcionalidad es vital para el desarrollo de los individuos de porte leñoso. Las características de dichos tejidos pueden variar en función del sitio donde crecen los individuos y, a nivel de los trópicos, uno de los factores que mayor influencia ejerce es la disponibilidad de agua. El tejido de conducción debe garantizar el movimiento de agua y sales minerales disponibles en el suelo para llevarlo a los sitios requeridos por la planta. En algunos casos, el transporte de líquidos se realiza a través de células cuyas

características garantizan la eficiencia de la conducción, mientras que en otros casos dichas células se orientan más hacia la seguridad en la conducción. Para conocer cómo varían las características de la madera ante cambios en las condiciones del sitio se pueden utilizar diferentes metodologías y una de las más adecuadas es la realización de análisis comparativos entre individuos de una misma especie que crecen bajo condiciones diferentes. Según Miller y Baas (1985), citados por León y Espinoza (2001), la relación que existe entre los factores ambientales y algunas características anatómicas del leño se pueden considerar como estrategias adaptativas. La realización de estudios ecoanatómicos (Baas, 1973; Dickinson *et al.*, 1978; Oever *et al.*, 1981; Baas *et al.*, 1983; Baas y Carlquist, 1985; Carlquist y Hoekman, 1985; Zhang *et al.*, 1992; Villagra y Roig, 1997;

Sidiyasa y Baas, 1998; Moglia y López, 2001; Arias y Terrazas, 2001) ha buscado conocer cómo varían algunos elementos xilemáticos ante cambios en las condiciones del medio donde crece la planta. Baas y Wheeler (1996) presentaron una revisión en donde analizan aspectos funcionales y ecológicos de la anatomía xilemática, incluyendo un análisis de características de elementos de conducción como tipo de platinas de perforación y la presencia de traqueidas vasicéntricas y vasculares. En Venezuela, uno de los trabajos pioneros en el área de la ecoanatomía es el realizado por Pérez (1989), quien hizo la caracterización ecoanatómica de la madera de 40 especies del bosque La Mucuy (Mérida), obteniendo resultados que indican el comportamiento mesomórfico de todas las especies de esa región geográfica. Posteriormente López N. y Espinoza de P. (1990), Silva (1991), Lindorf (1994, 1997), López N. *et al.* (1995), León (2001, 2005) y Araque y Gámez (2004) han realizado trabajos donde se relacionan aspectos ecológicos con estructura de la madera. La mayoría de estos estudios han tomado como elemento básico de análisis los índices de vulnerabilidad y mesomorfía propuestos por Carlquist (1977), con los cuales se busca determinar el grado de seguridad o eficiencia que presentan los elementos de conducción que se desarrollan en un medio determinado. Estos índices toman en consideración aspectos fundamentales del tejido de conducción como diámetro, frecuencia y longitud del elemento vascular. Algunos autores han argumentado la carencia de significado predictivo o funcional de estos índices basándose en el hecho de que en algunos casos los valores obtenidos muestran un amplio rango de variación, a pesar de la uniformidad del hábitat (Lindorf, 1994). Sin embargo, a pesar de esas amplias variaciones, los índices de Carlquist son los únicos que se han propuesto para determinar relaciones de elementos de conducción con el medio donde crece la planta y las razones por las cuales son objetados se deben a que parte de esas características tienen que ver con aspectos genéticos y evolutivos propios de cada especie (León, 2005). Entre las especies de la familia Anacardiaceae que se han incluido en estudios ecoanatómicos se encuentran *Anacardium humile* (López N., y Espinoza de P., 1990), *Ochoteranea colombiana* (Araque y Gámez, 2004), *Astronium graveolens* y *Spondias* sp. (León, 2005).

Generalmente la mayoría de los estudios ecoanatómicos se concentran en estudiar variaciones

entre individuos de una misma especie que crecen en áreas geográficas diferentes y distantes entre sí o determinar la tendencia de comportamiento de individuos de diferentes grupos taxonómicos que crecen en una misma área. Pocas veces se realizan comparaciones entre individuos de una misma especie ubicados en una misma localidad geográfica, pero sometidos a condiciones de desarrollo diferentes. A nivel de la zona tropical, una posibilidad que no ha sido estudiada es el establecimiento de comparaciones entre individuos que crecen en posiciones fisiográficas diferentes: banco y bajío. El objetivo del presente trabajo es estudiar y comparar la estructura anatómica de la madera de *Spondias mombin* L. (Anacardiaceae) que crece en zona de banco y bajío en la Reserva Forestal Caparo (Barinas, Venezuela).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El material de estudio corresponde a muestras de madera de *Spondias mombin* L. (Anacardiaceae) colectadas en la Reserva Forestal Caparo (Barinas, Venezuela) (Figura 1), y accesadas a la xiloteca MERw del Laboratorio de Anatomía de Maderas de la Universidad de Los Andes. Las muestras botánicas de cada individuo fueron incorporadas al Herbario MER (Cuadro 1). Esta especie tiene un amplio rango de distribución y en América se extiende desde México hasta la parte tropical de Suramérica (Richter y Dallwitz, 2001). En Venezuela Veillon (1994) la reporta para las zonas de vida correspondiente a bosque húmedo tropical, bosque seco tropical, bosque muy seco tropical y bosque húmedo montano. Se seleccionaron un total de diez individuos: cinco correspondientes a la zona de banco y cinco a la zona de bajío. Según Vincent (1970), la zona de banco corresponde a terrenos altos que no se inundan durante la época de lluvia y que tienen un suelo con estructura arenosa, franco-arenosa o franco-arcillosa; mientras que el bajío representa sitios con mayor capacidad de retención de humedad, produciéndose inundaciones que pueden alcanzar entre 20 cm y un metro de altura y con una duración de 4-5 meses, los suelos son de textura arcillosa y con baja capacidad de oxidación. Los criterios para la selección de individuos se fundamentaron en el estado fitosanitario y en las dimensiones de diámetro a la altura de pecho (D.A.P.) el cual se fijó en un



Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio.

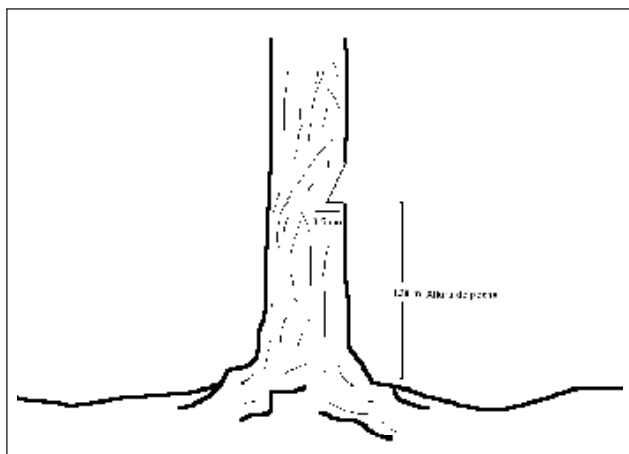


Figura 2. Representación del modo de extracción de la muestra.

Cuadro 1. Datos de individuos de *Spondias mombin* L. colectados en la R. F. Caparo (Barinas, Venezuela)

Arbol N°	Sitio de recolección	D.A.P. (cm)	Muestra Xiloteca	Muestra Herbario MER
01	Bajío	34,69	X6228	53181
02	Bajío	30,24	X6229	53182
03	Bajío	39,73	X6230	53184
04	Bajío	35,01	X6231	53185
05	Bajío	33,42	X6232	53186
06	Banco	31,19	X6239	53187
07	Banco	38,78	X6240	53188
08	Banco	33,74	X6241	53189
09	Banco	32,47	X6242	53190
10	Banco	30,88	X6243	53191

mínimo de 30 cm. Las muestras de cada individuo se tomaron a nivel de la altura de pecho (1,30 m) mediante la realización de incisiones con una profundidad aproximada de 3 a 5 cm (Figura 2). Para la preparación de muestras se utilizaron técnicas convencionales de microtecnia, realizando el ablandamiento del material mediante tratamiento en agua hirviendo durante 1-2 horas, cortes de secciones de 25-30  $\mu\text{m}$  de espesor con un micrótomos de deslizamiento y coloración con safranina. Los macerados se prepararon sumergiendo astillas de madera en una solución de ácido acético glacial y peróxido de hidrógeno (1:1) para llevarlas a estufa durante 6 horas a 50 °C. La descripción se hizo tomando en consideración todas las características estipuladas por IAWA Committee (1989), aunque en la descripción no se mencionan las que se manifiestan en condición de ausentes. Se utilizaron los índices de vulnerabilidad y mesomorfía propuestos por Carlquist (1977) para

determinar el tipo de comportamiento (mesomórfico, xeromórfico) de los individuos que crecen en banco y bajío y conocer la diferencia de valores entre las dos zonas estudiadas:

$$IV = \frac{\text{Ø de poros}}{(\text{poros}/\text{mm}^2)}$$

$$IM = IV \times Lev$$

Donde: IV = índice de vulnerabilidad  
 Ø de poros = diámetro de poros  
 IM = índice de mesomorfía.

Lev = longitud de elementos vasculares.

Las características utilizadas para la determinación de los índices mencionados (diámetro de poros, frecuencia de poros y longitud de elementos vasculares) fueron sometidas a un análisis estadístico con el fin de determinar si existen diferencias significativas entre los individuos colectados en banco y los colectados en la zona de bajío.

## RESULTADOS

### *Spondias mombin* L.

Madera de color amarillo pálido (2.5Y 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivo. Lustre bajo. Textura mediana. Grano recto a entrecruzado. Blanda y liviana.

Anillos de crecimiento indistintos a ligeramente definidos por engrosamiento y reducción del diámetro radial de las paredes de las fibras (X6231). Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-4(-5). Punteaduras intervasculares alternas circulares a poligonales, grandes. Punteaduras radiovasculares con areola reducida o aparentemente simples, redondeadas o alargadas horizontalmente. Tíldes abundante, ocasionalmente depósitos de goma (X6231). Fibras septadas, paredes delgadas a medianas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, ocasionalmente aliforme de ala corta y confluyente; en series de (4-) 5-7 (-8) células. Radios heterocelulares, ocasionalmente homocelulares de células procumbentes, 2-5 radios por mm, 3-6 (-8) células de ancho. Cristales prismáticos en células cuadradas o erectas de los radios, un cristal por célula. Conductos gomíferos transversales presentes, 1-3 conductos por radio.

La descripción coincide con lo reportado por Omaña (1984), Terrazas (1999) y León (2003) excepto en lo relacionado con la presencia de depósitos de goma en los poros, los cuales no habían sido reportados para esta especie. Sin embargo, su presencia es

de manera ocasional y sólo se observaron en el 10% de los individuos estudiados.

**Características cuantitativas:** En los cuadros 2 y 3 se presentan los valores correspondientes a frecuencia y diámetro de poros, diámetro de punteaduras, longitud de elementos vasculares, longitud de fibras, altura de radios, diámetro y frecuencia de conductos gomíferos.

El análisis de las características cuantitativas de los elementos de conducción tomadas en cuenta para el cálculo de los índices de vulnerabilidad y mesomorfía (frecuencia, diámetro y longitud de elementos vasculares) indican lo siguiente:

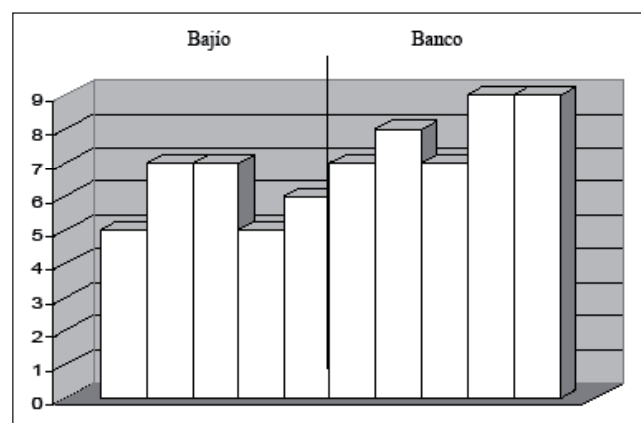
El número de poros por mm<sup>2</sup> osciló entre 5 y 9 observándose que el menor número tiende a presentarse en individuos de bajío (5-7 poros/mm<sup>2</sup>), mientras que en la zona de banco hay valores que oscilan entre 7 y 9 poros/mm<sup>2</sup> (Figura 3). En relación al diámetro promedio de los poros, los valores oscilaron entre 188 y 213 µm para los individuos colectados en banco mientras que los individuos de bajío presentaron valores de 197 a 230 µm (Figura 4). El análisis de varianza y la prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) indican que a pesar de encontrarse diferencias significativas entre individuos, se puede considerar que la posición fisiográfica no ejerce influencia en cuanto el tamaño de los poros. En el cuadro 4 se presentan los resultados del análisis de varianza y prueba de Tukey y en esta última se observa que se forman dos grupos homogéneos, pero el primer grupo incluye al 90 % de los individuos estudiados, los cinco de bajío y cuatro de los ubicados en banco. Si se toma en cuenta

**Cuadro 2.** Características cuantitativas de los elementos de conducción de individuos de *Spondias mombin* L. que crecen en zonas de banco y bajío en la R.F. Caparo.

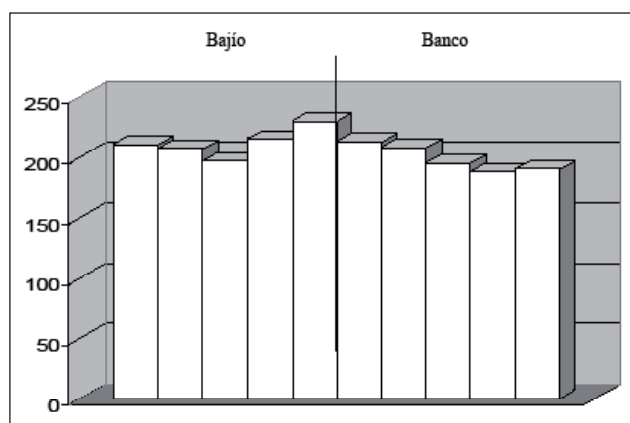
Árbol N°	Poros/mm <sup>2</sup>	Ø de poros (µm)	Ø punteaduras (µm)	Longitud Elementos vasculares (µm)
01	5	(135-) 211 (-320)	11,25-16,25	(150-) 318 (-440)
02	7	(150-) 207 (-275)	11,25-16,25	(250-) 437 (-680)
03	7	(160-) 197 (-240)	11,25-16,25	(210-) 351 (-590)
04	5	(150-) 215 (-295)	12,50-16,25	(225-) 373 (-730)
05	6	(170-) 230 (-325)	11,25-13,75	(295-) 387 (-680)
06	7	(180-) 213 (-245)	12,50-16,25	(275-) 368 (-490)
07	8	(180-) 208 (-240)	11,25-16,25	(170-) 347 (-450)
08	7	(150-) 195 (-230)	11,25-16,25	(280-) 451 (-720)
09	9	(150-) 188 (-240)	11,25-16,25	(380-) 470 (-625)
10	9	(145-) 190 (-250)	11,25-16,25	(280-) 398 (-620)

**Cuadro 3.** Longitud de fibras, altura de radios, frecuencia y diámetro de conductos gomíferos transversales en individuos de *Spondias mombin* L. que crecen en zonas de banco y bajo en la R.F. Caparo.

Árbol N°	Longitud de fibras ( $\mu\text{m}$ )	Altura de radios ( $\mu\text{m}$ )	Conductos por $\text{mm}^2$	Ø de conductos ( $\mu\text{m}$ )
01	(790-) 1262 (-1780)	(700-) 882 (-1100)	1	65
02	(950-) 1226 (-1460)	(620-) 883 (-1410)	1	65
03	(980-) 1374 (-1620)	(650-) 1047 (-1580)	1	50
04	(1155-) 1503 (-2230)	(820-) 1022 (-1350)	1	55
05	(1245-) 1441 (-1610)	(920-) 1072 (-1250)	1	55
06	(1250-) 1445 (-1610)	(785-) 925 (-1150)	1	70
07	(1340-) 1514 (-1650)	(550-) 911 (-1410)	3	60
08	(1190-) 1386 (-1530)	(545-) 777 (-1050)	2	60
09	(1280-) 1549 (-1780)	(740-) 926 (-1150)	2	60
10	(1270-) 1453 (-1645)	(625-) 852 (-1100)	3	65



**Figura 3.** Frecuencia de poros en individuos de *Spondias mombin* L. procedentes de banco y bajo en la R. F. Caparo.



**Figura 4.** Diámetro de poros ( $\mu\text{m}$ ) en individuos de *Spondias mombin* L. procedentes de banco y bajo en la R. F. Caparo.

que el área de conducción viene determinada por la frecuencia y el tamaño de los poros, se puede observar una ligera tendencia a desarrollar mayor área de conducción en la zona de banco en comparación con la zona de bajo, aunque las diferencias son bastante leves y están concentradas, principalmente, en la frecuencia de poros. En ambos casos se puede hablar de un número reducido de poros ubicándose todos los individuos en la categoría II de IAWA Committee (1989). En relación al diámetro de los poros, todos los individuos se ubican en la categoría de medianos a grandes de IAWA Committee (1989), con mayor tendencia hacia poros grandes. Respecto a la longitud de los elementos vasculares (Figura 5), el comportamiento observado indica diferencias significativas entre individuos (Cuadro 5), pero estas diferencias no muestran relación con la posición fisiográfica. La

prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) indica que se forman cuatro grupos homogéneos (Cuadro 5) y en cada grupo se encuentran tanto individuos de banco como de bajo.

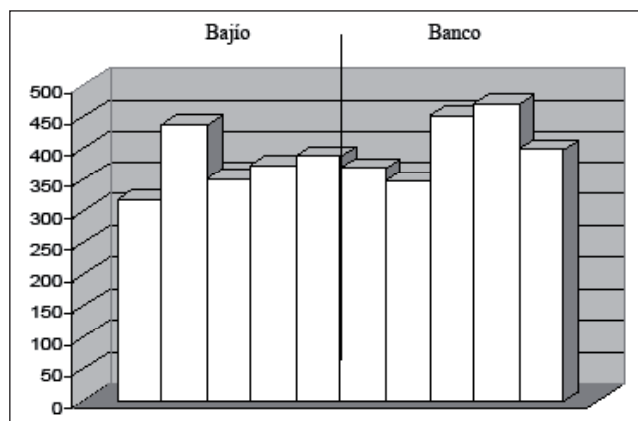
En el cuadro 6 se presentan los resultados correspondientes a los índices de vulnerabilidad y mesomorfía. Los valores indican que todos los individuos manifiestan un comportamiento claramente mesomórfico. Los índices de Carlquist (1977) indican que valores mayores de la unidad para el índice de vulnerabilidad y valores mayores de 200 para el índice de mesomorfía son indicativos de mesomorfismo a nivel del tejido xilemático. León (2005) indica que en la zona del bosque El Caimital (Barinas), *Spondias* sp. presentó un índice de vulnerabilidad de 47,75 y un índice de mesomorfía de 22.183, valor que supera a los encontrados tanto en banco como en bajo de la R. F. Caparo.

**Cuadro 4.** Análisis de varianza y prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) para el diámetro promedio de los poros.

Análisis de Varianza ( $\alpha = 0,05$ )					
Fuente de variación	g.l.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Sig.
Entre grupos	9	37687,9	4187,54	4,213	,000
Dentro de grupos	240	238562,6	994,01		
Total	249	276250,5			
Prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ )					
Árbol	Grupo I		Grupo II		
09	*				
10	*				
08	*				
03	*				
02	*		**		
07	*		**		
01	*		**		
06	*		**		
04	*		**		
05	*		**		

**Cuadro 5.** Análisis de varianza y prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) para la longitud de elementos vasculares.

Análisis de Varianza ( $\alpha = 0,05$ )					
Fuente de variación	g.l.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Sig.
Entre grupos	9	541870	60207,8	7,134	,000
Dentro de grupos	240	2025580	8439,9		
Total	249	25667450			
Prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ )					
Árbol	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	
01	*				
07	*				
03	*				
06	*	**			
04	*	**	***		
05	*	**	***		
10	*	**	***	****	
02		**	***	****	
08			***	****	
09				****	



**Figura 5.** Longitud de elementos vasculares ( $\mu\text{m}$ ) en individuos de *Spondias mombin* L. procedentes de banco y bajo en la R. F. Caparo.

**Cuadro 6.** Valores de los índices de vulnerabilidad (IV) y mesomorfía (IM) para individuos de *Spondias mombin* L. colectados en zonas de banco y bajo.

Árbol N°	Índice de Vulnerabilidad	Índice de Mesomorfía
01	42,4	13525,6
02	29,6	12922,7
03	28,0	9856,0
04	42,8	15964,4
05	38,2	14770,5
06	30,4	11197,7
07	26,0	9048,0
08	27,8	12591,4
09	20,9	9817,8
10	21,1	8402,2

Las características cuantitativas de parte del tejido de almacenamiento (altura y número de radios por mm lineal) indican que no hay un patrón definido de variación de la altura de radios con el cambio de posición fisiográfica. Los individuos de bajo presentaron radios cuya altura promedio osciló entre 882 y 1072  $\mu\text{m}$ ; mientras que los de banco presentaron alturas que variaron entre 777 y 926  $\mu\text{m}$ . Aunque los valores absolutos podrían indicar una tendencia a presentarse radios de menor altura en la zona de banco, se observa un traslape de valores y la prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) señala la formación de cinco grupos homogéneos en donde se combinan individuos de las dos zonas. Respecto al

número de radios por mm, el valor osciló entre 2-4 para individuos de bajo y 3-5 para los ubicados en la zona de banco. Se observó una tendencia a concentrarse los menores valores en la zona de bajo y los mayores hacia la zona de banco, aspecto corroborado por la prueba de Tukey en donde se observan cuatro grupos homogéneos y en los grupos extremos sólo se ubican individuos provenientes de una misma posición fisiográfica.

Una característica de interés corresponde al número y tamaño de los conductos gomíferos transversales: los individuos colectados en la zona de bajo presentaron un conducto por  $\text{mm}^2$ , mientras que en la zona de banco este número alcanzó valores hasta de 3 conductos por  $\text{mm}^2$ . Con respecto al tamaño de los conductos, los individuos de bajo presentaron conductos iguales o menores a los observados en la zona de banco, sin embargo las diferencias no fueron significativas desde el punto de vista estadístico.

## CONCLUSIONES

1. La especie *Spondias mombin*, la cual se desarrolla tanto en condiciones de banco y bajo, presenta un comportamiento xilemático mesomórfico en ambas posiciones fisiográficas; de acuerdo a los valores de los índices de vulnerabilidad y mesomorfía de Carlquist (1977). Esto indica que las variaciones de microclima no ejercen fuerte influencia en las características del leño de la especie estudiada y aunque existan diferencias en cuanto a la concentración de humedad, en ambas condiciones se desarrolla un sistema de conducción orientado hacia la eficiencia. Esta eficiencia se manifiesta de manera más acentuada en la zona de bajo, donde se presentan los mayores valores del índice de vulnerabilidad.
2. Al no presentarse grandes diferencias entre las dos posiciones fisiográficas estudiadas, se puede inferir que *Spondias mombin* ha desarrollado características que le permiten su adaptación a condiciones tan diferentes como lo son la periodicidad de inundación en la zona de bajo y la ausencia de esta condición en banco. Tal vez, este grado de adaptación es también una de las razones por la cual tiene un rango ecológico bastante amplio, presentándose en cerca del 70% del territorio nacional y ubicándose en varias zonas de vida dentro de nuestros límites geográficos.

3. A pesar de coincidir los individuos de banco y bajo en cuanto a su comportamiento mesomórfico, se observan ciertas diferencias en la frecuencia de poros la cual tiende a ser ligeramente superior en la zona de banco.
4. El resto de las características cuantitativas, aún cuando muestran diferencias entre individuos, no manifiestan un comportamiento en donde se observe influencia de la posición fisiográfica.
5. Es conveniente extender este tipo de estudio a otras especies que se desarrollen en ambas condiciones (*Brosimum alicastrum*, *Pouteria anibaefolia*, *Tabebuia rosea*) para conocer si manifiestan un comportamiento similar al encontrado en *Spondias mombin*.

### AGRADECIMIENTOS

Al Sr. Julio César Maldonado por la preparación del material de estudio. Al Prof. Luis E. Gámez por su colaboración en la recolección del material.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAQUE, O. y L. GÁMEZ. 2004. Anatomía foliar y xilemática de *Ochoterena colombiana* Barkley. *Rev. For. Venez.* 48(2): 102-110.
- ARIAS, S. y T. TERRAZAS. 2001. Variación en la anatomía de la madera de *Pachycereus pecten-aboriginum* (Cactaceae). *Anal. del Inst. Biol. UNAM. Serie Bot.* 72: 157-169.
- BAAS, P. 1973. The wood anatomical range in *Ilex* (Aquifoliaceae) and its ecological and phylogenetic significance. *Blumea*. Vol. XXI: 207-259.
- BAAS, P. y S. CARLQUIST. 1985. A comparison of ecological wood anatomy of the floras of southern California and Israel. *IAWA Bull.* n.s. 8: 245-274.
- BAAS, P. y E. WHEELER. 1996. Parallelism and reversibility in xylem evolution: A review. *IAWA J.* 17:351-364.
- BAAS, P., E. WERKER y A. FAHN. 1983. Some Ecological Trends in Vessel Characters. *IAWA Bull.* n.s Vol. 4:141-159.
- CARLQUIST, S. 1977. Ecological Factors in Wood Evolution: a Floristic Approach. *Amer. J. Bot.* 64: 887-896.
- CARLQUIST, S. y D. HOEKMAN. 1985. Ecological Wood Anatomy of the Woody Southern California Flora. *IAWA Bull.* n.s Vol. 6: 319-347.
- DICKINSON, W., P. RURY y G. STEBBINS. 1978. Xylem anatomy of *Hibbertia* (Dilleniaceae) in relation to ecology and evolution. *J. Arnold Arbor.* 59: 32-49.
- IAWA COMMITTEE. 1989. List of Microscopic Features for Hardwood Identification. International Association of Wood Anatomists. *IAWA Bull.* n.s. Vol.10: 217-332.
- LEÓN H., 2005. Anatomía ecológica de un bosque seco tropical. *Acta Botánica Venezolana* 28: 257-274.
- LEÓN H., W. 2001. Anatomía del leño, aspectos ecológicos y filogenia en mangles de Venezuela. *Rev. Forest. Venez.* 45: 191-203.
- LEÓN, H. y N. ESPINOZA. 2001. *Anatomía de la madera*. Universidad de Los Andes. Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico-Consejo de Publicaciones. Mérida, Venezuela
- LINDORF, H. 1994. Eco-anatomical wood features of species from a very dry tropical forest. *IAWA J.* 15: 361-376.
- LINDORF, H. 1997. Ecoanatomical wood features of species from a very dry tropical forest. *IAWA J.* 15: 361-376.
- LÓPEZ N., H. y N. ESPINOZA DE P. 1990. Anatomía y ecología de los órganos subterráneos de *Anacardium humile* St. Hil. (Anacardiaceae). *Rev. For. Venez.* 34: 55-77.
- LÓPEZ N., H., N. ESPINOZA DE P. y W. LEÓN. 1995. Nuevos aspectos anatómicos y ecológicos sobre *Piper nobile* y especies afines. *Rev. Pittieria* 23: 25-34.
- MOGLIA, J. y C. LÓPEZ. 2001. Estrategia adaptativa del leño de *Aspidosperma quebracho-blanco*. *Madera y Bosques* 7(2): 13-25.
- OEVER VAN DEN, L., P. BAAS y M. ZANDEE. 1981. Comparative wood anatomy of *Symplocos* and latitude and altitude of provenance. *IAWA Bull.* n.s. 2: 3-24.
- OMANA, S. 1984. *Anatomía de algunas maderas de las Anacardiaceae y Burseraceae*. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal (Tesis de grado). Mérida, Venezuela.
- PÉREZ M., A. 1989. Caracterización Ecoanatómica del Leño de 40 especies del Bosque La Mucuy, Estado Mérida, Venezuela. *Rev. For. Venez.* 33: 43-51.
- RICHTER, G. y M. DALLWITZ. 2001. Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification and information retrieval. <http://www.biodiversity.uno.edu/deltawoodspanish/index.htm>.
- SIDIYASA, K. y P. BASS. 1998. Ecological and Systematic Wood Anatomy of *Alstonia* (Apocynaceae). *IAWA J.* 19: 207-229.

- SILVA, A. 1991. Anatomía de la madera de ocho especies propias del bosque de galería (vertiente sur) del Parque Nacional El Ávila. *Bol. Soc. Venez. Ci. Nat.* 147: 85-136.
- TERRAZAS, T. 1999. Anatomía de la madera de Anacardiaceae con énfasis en los géneros americanos. *Bol. Soc. Bot. México* 64: 103-109.
- VEILLON, J. 1994. *Especies Forestales Autóctonas de los Bosques Naturales de Venezuela*. Instituto Forestal Latinoamericano. 2<sup>da</sup> Edición. Mérida Venezuela.
- VILLAGRA, P. y F. ROIG. 1997. Wood structure of *Prosopis alpataco* y *P. argentina* growing under different edaphic conditions. *IAWA J.* 18: 37-51
- VINCENT, L. 1970. *Programa de investigación forestal con fines de manejo en la unidad I Reserva Forestal de Caparo*. Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- ZHANG, S., P. BASS y M. ZANDEE. 1992. Wood Structure of the Rosaceae in Relation to Ecology, Habit and Phenology. *IAWA Bull.* n.s. 13 : 307-349.