

ARTÍCULOS

Papers

ANATOMÍA DE LA MADERA DE 7 ESPECIES DEL GÉNERO ANNONA L. (ANNONACEAE)

Wood anatomy of 7 species of Annona L. genus (Annonaceae)

Williams J. León H ¹.

Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Departamento de Botánica.

¹Laboratorio de Anatomía de Maderas. Mérida, Venezuela. E-mail: wleon@forest.ula.ve

RESUMEN

Se presenta el estudio de la anatomía xilemática de 7 especies del género *Annona* L. (Annonaceae Juss., orden Magnoliales): *A. cherimolia*, *A. hypoglauca*, *A. inconformis*, *A. jahnnii*, *A. montana*, *A. purpurea* y *A. squamosa*. Se observaron una serie de características que tienden a mantenerse constantes en las diferentes especies estudiadas y que han sido reportadas como características de la familia Annonaceae: parénquima en bandas de 1-2 células de ancho, radios anchos, poros pequeños a medianos, con goma. Sin embargo, se pueden diferenciar dos grupos en base a la presencia o ausencia de estructura estratificada. De acuerdo a la bibliografía consultada, existen pocas descripciones de la anatomía del xilema para especies de la familia Annonaceae y éstas podrían ser las primeras para *A. cherimolia*, *A. inconformis*, *A. jahnnii*, *A. montana* y *A. purpurea*.

Palabras clave: anatomía, madera, Annonaceae, *Annona*.

ABSTRACT

This paper deals about the wood anatomy of seven species of *Annona* genus (Annonaceae Juss., Magnoliales): *Annona cherimolia*, *A. hypoglauca*, *A. inconformis*, *A. jahnnii*, *A. montana*, *A. purpurea* and *A. squamosa*. The studied species have uniform features in the following aspects: parenchyma in fine bands, wide rays, small to median pores with gum deposits. However, the species could be included in two groups according to presence or absence of storied structure. Until now, there are a few descriptions of wood anatomy for Annonaceae species and this could be the first descriptions for *A. cherimolia*, *A. inconformis*, *A. jahnnii*, *A. montana* and *A. purpurea*.

Key words: anatomy, wood, Annonaceae, *Annona*.

INTRODUCCIÓN

La familia Annonaceae pertenece al orden Magnoliales, es la de mayor tamaño, en cuanto a número de especies de este orden y se encuentra dividida en dos subfamilias: Annonoideae y Monodoroideae (Mabberley, 1990). Presenta una dis-

tribución pantropical y con algunos representantes en la zona templada, específicamente en la parte oriental de Norteamérica. Incluye árboles, arbustos y lianas distribuidos en, aproximadamente, 130 géneros y 2000 especies (Steyermark et al., 1995). Aproximadamente un tercio de todas las especies de la familia se encuentran en los géneros *Guatteria*, *Uvaria*, *Xylopia*,

Polyantha y *Annona* (Metcalf, 1987). Según Veillon (1994), en Venezuela se encuentran unas 30 especies de porte arbóreo o arbustivo pertenecientes a los géneros *Anaxagorea*, *Annona*, *Duguetia*, *Guatteria*, *Oxandra*, *Porcelia*, *Rollinia* y *Xylopia*. Steyermark et al. (1995) también indica la presencia de especies pertenecientes a los géneros *Bocageopsis*, *Tetrameranthus*, *Cymbopetalum*, *Fusaea*, *Pseudoxandra*, *Pseudephedranthus*, *Unonopsis*, *Ephedranthus*, *Diclinanona*, *Heteropetalum* y la posible ocurrencia de especies de los géneros *Crematosperma*, *Duckeanthus*, *Malmea* y *Trigynaea*.

El género con mayor número de especies es *Annona* L. y algunas de sus especies son valiosas por el valor comestible de sus frutos (*Annona reticulata*, *A. muricata*, *A. squamosa*, *A. cherimolia*) (Metcalf, 1987).

Con relación a la anatomía xilemática, se han realizado algunos estudios descriptivos a nivel de familia y especie. Según Welle y Rooden (1982), uno de los primeros trabajos sobre la anatomía de la madera de la familia Annonaceae fue realizado por Solereder (1899, 1906) y Moll y Jansonius (1906). Hess (1946) realizó la descripción los géneros *Anaxagorea*, *Annona*, *Bocageopsis*, *Cymbopetalum*, *Desmopsis*, *Diclinanona*, *Duguetia*, *Fusaea*, *Guatteria*, *Heteropetalum*, *Hornschuchia*, *Malmea*, *Onychopetalum*, *Oxandra*, *Pseudoxandra*, *Rollinia*, *Sapranthus*, *Stenanona*, *Unonopsis* y *Xylopia*; y encontró que no es posible elaborar una clave de identificación confiable con el uso de características xilemáticas, para la separación de géneros de la familia Annonaceae, debido a que existe una gran similitud en la estructura de la madera del material estudiado. Uno de los trabajos más completos para el xilema de la familia Annonaceae fue el realizado

por Wyk y Canright (1956) quienes estudiaron 61 géneros y, aproximadamente, 400 especies e indican que existe un considerable grado de traslape en la mayoría de las características anatómicas a nivel genérico; las posibles excepciones a este aspecto es lo correspondiente al número de poros por mm² y tamaño de los radios. Además de los estudios antes mencionados, se tiene una serie de reportes donde se presentan descripciones del leño de la familia Annonaceae (Record y Hess, 1949; Metcalf y Chalk, 1950; Metcalf, 1987, Loureiro, 1972; Welle y Rooden, 1982). Con relación al género *Annona*, en trabajos en donde se estudian la anatomía xilemática de diferentes grupos taxonómicos, se presentan descripciones macroscópicas y/o microscópicas, de algunas especies (Williams, 1939; Corothie, 1948; Brazier y Franklin, 1961; Carreras y Dechamps, 1995; Goncalves, 2006; Inside Wood, 2007). Bottoso y Vidal (1982) presentan un estudio donde reportan la presencia de vasos radiales y/o células radiales perforadas en las especies *Annona glabra* y *A. cacans* var. *glabriuscula*. Alves y Angyalossy-Alfonso (2000) y Marcati et al. (2006) incluyen algunas especies de *Annona* en estudios relacionados con anillos de crecimiento.

En Venezuela son pocos los estudios que se han hecho sobre la madera de la familia Annonaceae; se tienen descripciones de pocas especies y, predominantemente, a nivel macroscópico (Williams, 1939; Corothie, 1948; Pérez 1971, 1977); mientras que a nivel microscópico una de las pocas descripciones disponibles es la de *Rollinia exsucca* (Pérez 1971) y el trabajo realizado por León (2001) donde estudia 12 especies del género *Guatteria*. Con respecto al principal género leñoso de la familia Annonaceae en el país (*Annona*) no se han realizado descripciones.

CUADRO 1. Lista de Especies Estudiadas

ESPECIE	MUESTRA DE XILOTECA	MUESTRA DE HERBARIO MER
<i>Annona cherimolia</i>	X5160	---
<i>Annona hypoglauca</i>	X2389	7014 Krukoff
<i>Annona inconformis</i>	X2710	Williams 10262*
<i>Annona jahnii</i>	X1855	Breteler 4020*
<i>Annona montana</i>	X4217, X5153	Breteler3701*, 1502 Rollet
<i>Annona purpurea</i>	X1711, X2612	---, 200 Bautista*
<i>Annona squamosa</i>	X2973	Curram*

*Colectadas en Venezuela

En el presente trabajo se estudia la anatomía del xilema secundario de siete (7) especies del género *Annona* L. colectadas en diferentes regiones geográficas; haciendo énfasis en la realización de un análisis comparativo entre las especies estudiadas, basándose tanto en características cualitativas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material de estudio corresponde a muestras de madera de siete especies del género *Annona* L. (Annonaceae) (Cuadro 1). Las muestras de madera pertenecen a la Xiloteca MERw del Laboratorio de Anatomía de Maderas de la Universidad de Los Andes (Mérida, Venezuela). Parte del material leñoso cuenta con su respectivo voucher en el herbario MER de la Universidad de Los Andes (Mérida, Venezuela).

Las muestras fueron descritas macroscópicamente para la determinación de las características físicas correspondientes a color, olor, sabor, textura y grano. El color se determinó con la Tabla de Munsell para colores de suelos. El material para estudio microscópico se preparó utilizando técnica de ablandamiento con agua caliente, corte con micrótopo de deslizamiento para obtener secciones de 20-30 μm de espesor correspondientes a los planos transversal, tangencial y radial, coloración con safranina y montaje con el uso de resina sintética. La preparación de macerados se realizó utilizando la técnica de Franklin (1937). Para la descripción se utilizó la lista estándar de la Asociación Internacional de Anatomistas de la Madera (IAWA Committee, 1989). Se tomaron fotomicrografías con una cámara Pentax, modelo SXn, acoplada a un microscopio binocular marca Kyowa. El análisis estadístico se hizo con el programa SPSS 13.0 bajo Windows.

RESULTADOS

Annona cherimolia Mill. (Figura 1)

Especie nativa de los Andes de Perú y Ecuador y cultivada en muchos países, incluyendo Venezuela, como árbol frutal. Aunque crece en climas cálidos, prefiere regiones elevadas, por encima de los 1200 msnm, donde el clima no sea muy húmedo (Hoyos, 1976).

Madera de color amarillo pálido (2.5 y 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausente. Lustre mediano. Grano recto a inclinado. Textura fina a mediana. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por engrosamiento de las paredes de las fibras y parénquima marginal. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición; solitarios, múltiples radiales de 2-3(-4), algunos arracimados; 15 poros por mm^2 , diámetro de (50-) 75 (-100) μm ; longitud de elementos vasculares de (150-) 277 (-390) μm . Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas, diámetro de 6,25-7,5 μm . Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras no septadas; paredes medianas a gruesas; longitud de (930-) 1331 (-1570) μm ; con punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal vasicéntrico, aliforme de ala corta y, predominantemente, en bandas de 1-3 células de ancho, escalariforme; series de 2-4 células. Radios homocelulares de células procumbentes y algunos heterocelulares con una ruta de células marginales; 4-7 radios por mm lineal; 1-6 células de ancho; altura de (315-) 423 (-590) μm .

Annona hypoglauca Mart. (Figura 2)

Annona tessmannii Diles.

Arbustos o árboles de 4-10 m de altura con un área de distribución natural que incluye Colombia, Venezuela, Guyana, Surinam, Guyana francesa, Amazonas brasileño, Perú y Bolivia. En Venezuela se encuentra en bosques riparios estacionalmente inundados de San Carlos de Río Negro, estado Amazonas (Steyermark et al. 1995).

Madera de color amarillo pálido (2.5 y 7/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre bajo. Grano recto. Textura fina a mediana. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por reducción del diámetro radial, engrosamiento de las paredes de las fibras y acortamiento de la distancia entre bandas de parénquima. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición; solitarios, múltiples radiales de 2-4, algunos arracimados; 7 poros por mm^2 , diámetro de (110-) 148 (-185) μm ; longitud de elementos vasculares de (210-) 345 (-490) μm . Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas, diámetro de 5-7,5 μm . Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presentes en los poros, pocos. Fibras no septadas; paredes delgadas a gruesas; longitud de (965-) 1295 (-1630) μm ; con punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal vasicén-

trico delgado y, predominantemente, en bandas de 1(-2) células de ancho, escalariforme; series de 4-8 células, predominantemente 4 células. Radios homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con una ruta de células marginales; 3-6 radios por mm lineal; 3-7 células de ancho, predominantemente 6 células; altura de (610-) 982 (-1620) μm .

Annona inconformis Pittier (Figura 3)

Madera de color amarillo pálido (2.5 y 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre bajo. Grano recto. Textura mediana. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por reducción del diámetro radial y engrosamiento de las paredes de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición; solitarios, múltiples radiales de 2-3, algunos arracimados; 8 poros por mm^2 , diámetro de (50-) 74 (-100) μm ; longitud de elementos vasculares de (195-) 342 (-480) μm . Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas, diámetro de 6,25-7,5 μm . Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presentes en los poros. Fibras no septadas; paredes medianas a gruesas; longitud de (990-) 1303 (-1680) μm ; con punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal vasicéntrico delgado y, predominantemente, en bandas de 1(-2) células de ancho; series de 2-4 células, predominantemente 2 células. Radios homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con 1-2 rutas de células marginales; 3-6 radios por mm lineal; 1-9 células de ancho, predominantemente 5-6 células; altura de (560-) 1376 (-3050) μm . Estructura estratificada presente, de forma local, en parénquima axial. Máculas presentes.

Annona jahnii Saff. (Figura 4)

Annona guaricensis Pittier

Arbusto o árbol pequeño de 2,5-6 m de altura presente en sabanas, bosques semidecídúos y en las cercanías de bosques de galería, ente 50 y 400 msnm, en el estado Bolívar y los Llanos venezolanos, cerca de la frontera con Colombia (Steyermark et al. 1995).

Madera con albura de color amarillo (2.5 y 8/6). Olor y sabor ausente. Lustre bajo. Grano recto. Textura fina. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por acortamiento de la

distancia entre bandas de parénquima, reducción del diámetro radial y engrosamiento de las paredes de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición; solitarios, múltiples radiales de 2-3; 6 poros por mm^2 , diámetro de (70-) 99 (-130) μm ; longitud de elementos vasculares de (190-) 247 (-360) μm . Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas, diámetro de 6,25-7,5 μm . Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras no septadas; paredes delgadas a gruesas; longitud de (880-) 1014 (-1170) μm ; con punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal vasicéntrico delgado y, predominantemente, en bandas de 1-3 células de ancho, escalariforme, a medida que aumenta la distancia desde la médula disminuye el número de células de ancho de las bandas parenquimáticas; series de 2-4 células, predominantemente 4 células. Radios homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con una ruta de células marginales; 4-5 radios por mm lineal; 2-6 células de ancho, predominantemente 5-6 células; altura de (420-) 1092 (-3360) μm . Estructura estratificada presente, de forma local, en parénquima axial.

Annona montana Macfad. (Figura 5)

Annona marcgravii Mart.

Annona muricata Vell.

Annona pisonis Mart.

Annona sphaerocarpa Splitg.

Árbol de 4-10 m presente en bosques siempreverdes estacionalmente secos, semidecídúos y comunidades riparias, entre 50 y 500 msnm, ampliamente distribuido y cultivado en el neotrópico. En Venezuela se encuentra en los estados Delta Amacuro, Bolívar, Amazonas, Barinas, Cojedes, Distrito Capital, Monagas y Sucre (Steyermark et al., 1995).

Madera con albura de color grisáceo pálido y duramen castaño grisáceo muy oscuro (2.5 y 3/2), transición abrupta entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Textura mediana. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por reducción del diámetro radial, engrosamiento de las paredes de las fibras y disminución de la distancia entre bandas de parénquima. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición; solitarios, múltiples radiales de 2-4, algunos arracimados; 7-9 poros por mm^2 , diámetro de (70-) 97-122 (-150) μm ; longitud de elementos vasculares de (140-) 228-268 (-315) μm . Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas, diámetro de 6,25-8,75 μm .

Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presentes, pocos. Fibras no septadas; paredes delgadas a moderadamente gruesas; longitud de (850-) 1083-1220 (-1430) μm ; con punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal vasicéntrico delgado y, predominantemente, en bandas de 1 (-2) células de ancho, escalariiforme; series de 2-4 células, predominantemente 2 células. Radios homocelulares de células procumbentes; 3-5 radios por mm lineal; 1-8 células de ancho, predominantemente 5-7 células; altura de (380-) 728-1028 (-1950) μm . Estructura estratificada presente, de forma local, en parénquima axial.

***Annona purpurea* Moc. y Sessé ex Dunal (Figura 6)**
Annona manirote Kunth

Árbol de 7-20 m de altura y hasta 40 cm de diámetro, se encuentra en bosques de galería y bosques deciduos de América Central, Trinidad, Venezuela y Ecuador, entre 50 y 400 msnm. En Venezuela ha sido reportado en los estados Bolívar, Anzoátegui, Aragua, Barinas, Distrito Capital, Lara, Miranda, Portuguesa y Zulia (Steyermark et al., 1995).

Madera de color amarillo (2.5 y 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausente. Lustre bajo a mediano. Grano recto. Textura mediana. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por reducción del diámetro radial y engrosamiento de las paredes de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición; solitarios, múltiples radiales de 2-4, arracimados; 16 poros por mm^2 , diámetro de (80-) 123 (-160) μm ; longitud de elementos vasculares de (165-) 253 (-490) μm . Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas, diámetro de 6,25-7,5 μm . Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presentes en los poros. Fibras no septadas; paredes medianas a gruesas; longitud de (720-) 1008 (-1260) μm ; con punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima para-

traqueal vasicéntrico delgado y, predominantemente, en bandas de 1(-2) células de ancho; fusiforme y en series de 2-4 células. Radios homocelulares de células procumbentes y algunos heterocelulares con una ruta de células marginales; 3-6 radios por mm lineal; 2-7 células de ancho, predominantemente 5-6 células; altura de (310-) 491 (-810) μm . Estructura estratificada presente en parénquima axial.

***Annona squamosa* L. (Figura 7)**

Annona asiatica L.

Annona cinerea Dunal

Guanabamus squamosus M. Gomes

Xylopia frutescens Sieb. ex Presl

Árbol o arbusto de 10-15 m; se presenta en el sur de México, América Central, Colombia, Venezuela, Guyana, Surinam, Guyana Francesa, Perú y Brasil. En Venezuela se encuentra en los estados Delta Amacuro, Bolívar y Amazonas (Steyermark et al., 1995).

Madera con albura de color amarillo pálido (2.5 y 8/4). Olor y sabor ausentes. Lustre mediano. Grano recto. Textura mediana. Blanda y liviana.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición; solitarios, múltiples radiales de 2; 1 poro por mm^2 , diámetro de (135-) 171 (-215) μm ; longitud de elementos vasculares de (230-) 295 (-390) μm . Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas, diámetro de 5-7,5 μm . Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras no septadas; paredes delgadas; longitud de (880-) 1078 (-1350) μm ; con punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima en bandas de una célula de ancho; fusiforme y series de 2-4 células. Radios homocelulares de células procumbentes y algunos heterocelulares con 2-4 rutas de células marginales; 2-4 radios por mm lineal; 1-8 células de ancho; altura de (330-) 787 (-1460) μm . Estructura estratificada presente en parénquima axial y fibras.

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

- 1 a. Estructura estratificada presente 2
b. Estructura estratificada ausente 3
- 2 a. Anillos de crecimiento no definidos, fibras de paredes exclusivamente delgadas *A. squamosa*
b. Anillos de crecimiento definidos, fibras de paredes delgadas a gruesas *A. inconformis*, *A. jahnii*, *A. montana*, *A. purpurea*
- 3 a. Parénquima en serie de 2-4 células *A. cherimolia*
b. Parénquima en serie de 4-8 células *A. hypoglauca*

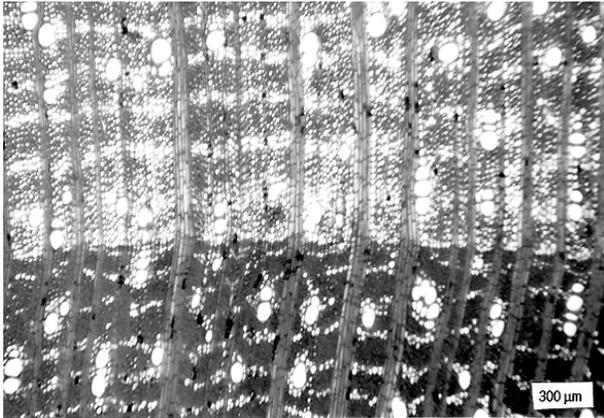


Figura 1a: *Annona cherimolia*. Anillos de crecimiento definidos; parénquima en bandas de 1-2 (-3) células de ancho.

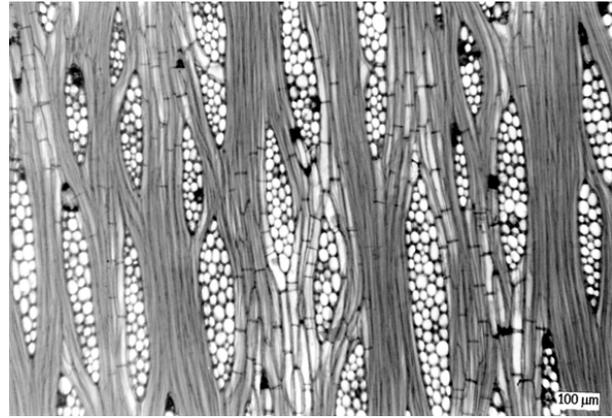


Figura 1b: *Annona cherimolia*. Parénquima en series de 2-4 células. Radios de 2-6 células de ancho.

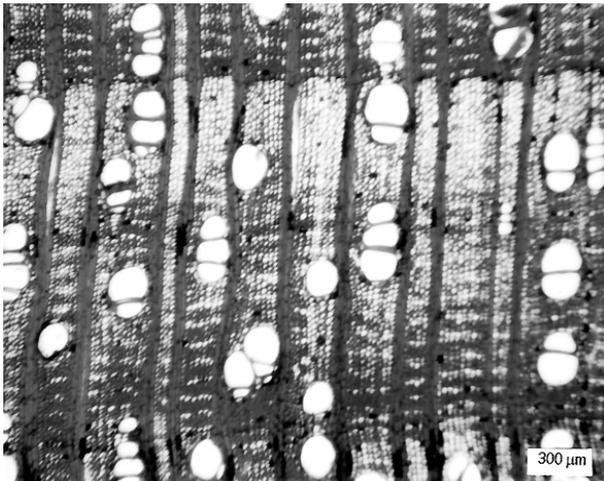


Figura 2: *Annona hypoglauca*. Anillos de crecimiento definidos. Poros solitarios, múltiples radiales de 2-4.células

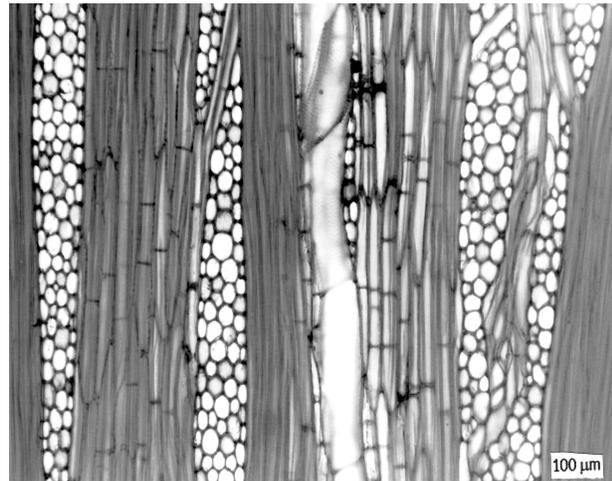


Figura 3: *Annona inconformis*. Parénquima en series de 2-4 células, estratificado.

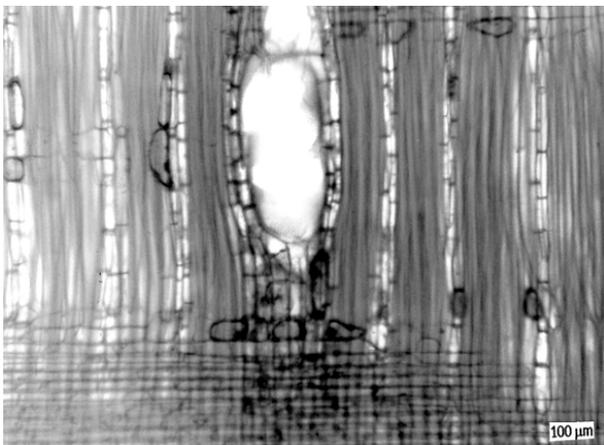


Figura 4: *Annona jahnii*. Platina de perforación simple. Radio homocelular.

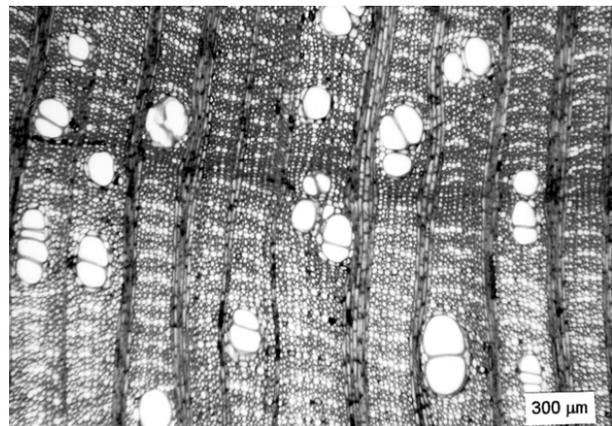


Figura 5a: *Annona montana*. Porosidad difusa; poros solitarios y múltiples radiales de 2-4. Parénquima en bandas de 1(-2) células de ancho.

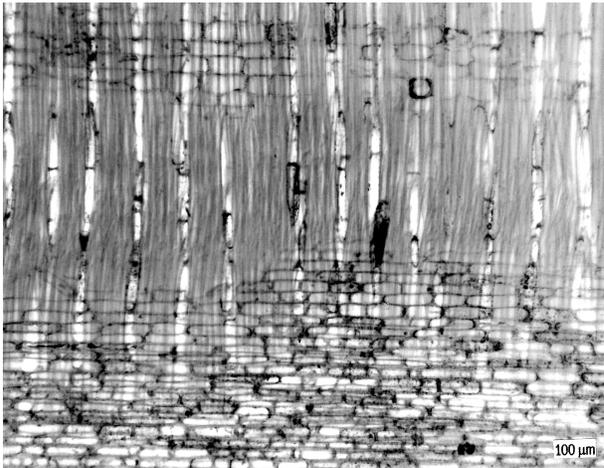


Figura 5b: *Annona montana*. Radio homocelular

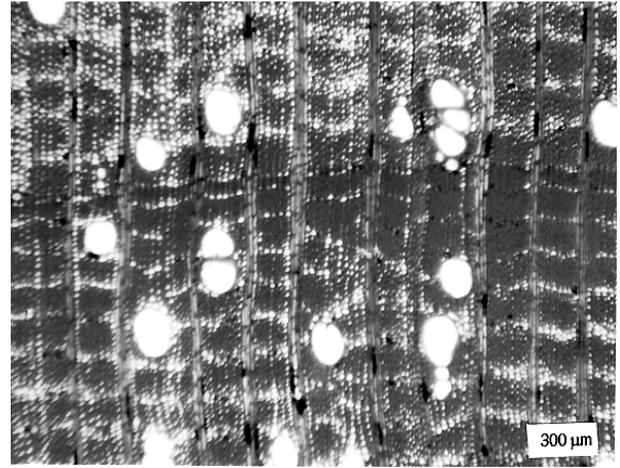


Figura 6a: *Annona purpurea*. Porosidad difusa; poros solitarios y múltiples radiales de 2-4. Parénquima en bandas de 1(-2) células de ancho.

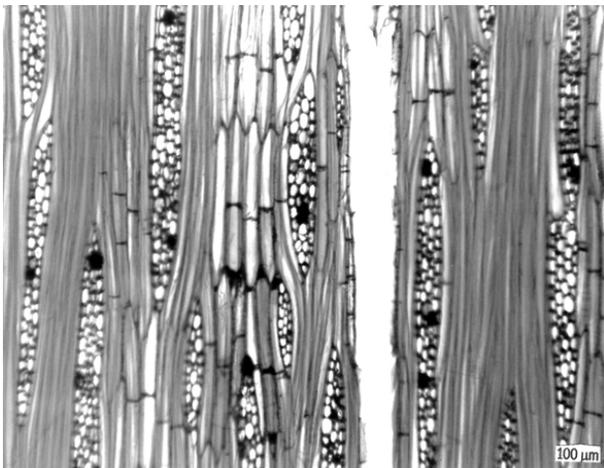


Figura 6b: *Annona purpurea*. Radios predominantemente de 5-6 células de ancho; parénquima predominantemente en series de 2 células; estratificado.

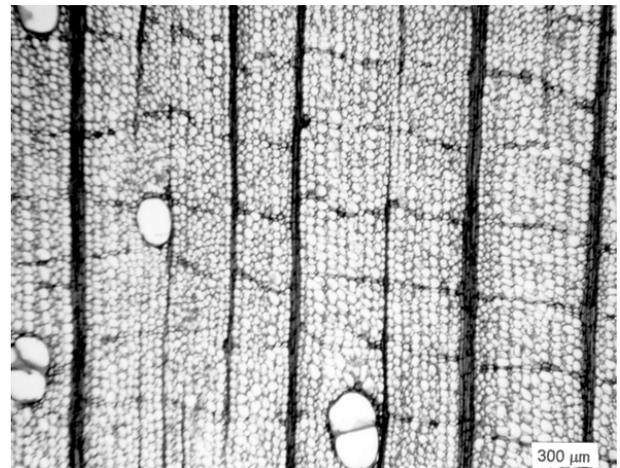


Figura 7: *Annona squamosa*. Anillos de crecimiento no definidos; parénquima en bandas de una célula de ancho; fibras de paredes delgadas.

DISCUSIÓN

En las especies estudiadas se observa una serie de similitudes que dificultan la diferenciación de las mismas en base a características xilemáticas. Las principales similitudes se remiten a los siguientes aspectos: porosidad difusa; poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales, algunos arracimados, pequeños a medianos; platinas de perforación simples, elementos vasculares cortos; punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas; punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares; depósitos de goma presentes en los poros; fibras no

septadas, paredes predominantemente medianas a gruesas; delgadas en *Annona squamosa*, con punteaduras indistintamente areoladas; parénquima predominantemente en bandas de 1-2 células de ancho, escalariforme; radios predominantemente homocelulares de células procumbentes con algunos heterocelulares de 1-3 rutas de células.

Las características que se mantienen de manera más constante en las diferentes especies estudiadas es el parénquima en bandas finas y continuas y radios anchos, con un arreglo de tipo escalariforme formado por la combinación de radios anchos y parénquima en bandas finas. Esta característica ha

CUADRO 2 . Diámetro de poros por categoría (IAWA Committee 1989)

CATEGORÍA	ESPECIE (S)	NÚMERO DE INDIVIDUOS
Muy pequeños ($\leq 50\mu\text{m}$)	---	0
Pequeños (50-100 μm)	<i>Annona cherimolia</i> , <i>A. inconformis</i> , <i>A. jahnii</i> , <i>A. montana</i>	4
Medianos (100-200 μm)	<i>Annona squamosa</i> , <i>A. montana</i> , <i>A. purpurea</i> , <i>A. hypoglauca</i>	5
Grandes (200 μm)	---	0

sido reportada como uno de los elementos que caracteriza a la familia Annonaceae y la mencionan, entre otros autores, Hess (1946), Record y Hess (1949), Metcalfe y Chalk (1950), Metcalfe (1987), León (2003), Inside Wood (2007) y Goncalves (2006).

A pesar de la homogeneidad xilemática, se pueden diferenciar dos grupos: el grupo I corresponde a especies donde se presenta estructura estratificada (*Annona inconformis*, *A. jahnii*, *A. montana*, *A. purpurea* y *A. squamosa*) y el grupo II para especies donde no se presentó estructura estratificada (*A. cherimolia*, *A. hypoglauca*). Esta clasificación coincide con lo reportado por Metcalfe (1987) para la familia Annonaceae al indicar que en algunos géneros se puede presentar estratificación del parénquima axial; aún cuando no incluye al género *Annona* entre los que pueden desarrollar estructura estratificada. Sin embargo, Inside Wood (2007) reporta la presencia de estructura estratificada en la madera de *A. muricata*.

En el caso de *A. jahnii*, Metcalfe (1987) mencionan que es común encontrar radios uniseriados y lo encontrado en el presente estudio no coincide con lo mencionado por estos autores. Por otra parte, Loureiro (1972) señala acerca de la presencia de máculas en la especie *A. paludosa*; en el material analizado en el presente estudio se observó ese tipo de estructura en *A. inconformis*. Las características de los vasos (porosidad, agrupación, disposición, platinas de perforación y engrosamientos espiralados indicados por Alves y Angyalossy-Alfonso (2000) para *A. paludosa* y *A. sericea* coinciden con lo encontrado en el presente estudio. Similarmente, con respecto a los anillos de crecimiento, se observaron características coincidentes con lo reportado para *A. paludosa*, *A. sericea* (Alves y Angyalossy-Alfonso, 2000), *A. coriacea* y *A. crassiflora* (Marcati *et al.* 2006). Inside Wood (2007) presenta descripciones para las especies *A. glabra*, *A. muricata*, *A. senegalensis* y *A. tessmannii* (sinónimo de *A. hypoglauca*) y en general coinciden con las características de las siete especies incluidas en el

CUADRO 3. Diámetro de poros por categoría (IAWA Committee 1989)

CATEGORÍA	ESPECIE (S)	NÚMERO DE INDIVIDUOS
Muy pequeños ($\leq 50\mu\text{m}$)	---	0
Pequeños (50-100 μm)	<i>Annona cherimolia</i> , <i>A. inconformis</i> , <i>A. jahnii</i> , <i>A. montana</i>	4
Medianos (100-200 μm)	<i>Annona squamosa</i> , <i>A. montana</i> , <i>A. purpurea</i> , <i>A. hypoglauca</i>	5
Grandes ($\geq 200\mu\text{m}$)	---	0

CUADRO 4. Longitud de fibras por categoría (IAWA Committee 1989)

CATEGORÍA	ESPECIE (S)	NÚMERO DE INDIVIDUOS
Cortas (900 μ m)	---	0
Medianas (900-1600 μ m)	<i>Annona cherimolia</i> , <i>A. hypoglauca</i> , <i>A. inconformis</i> , <i>A. jahnii</i> , <i>A. montana</i> , <i>A. purpurea</i> , <i>A. squamosa</i>	9
Largas (1600 μ m)	---	0

presente estudio. Estas similitudes son sinónimos de la homogeneidad xilemática del género *Annona*. Con respecto a las características cuantitativas, se presenta el análisis en función de las diferentes categorías establecidas por IAWA Committee (1989) para el diámetro de poros, longitud de elementos vasculares y longitud de fibras (Cuadros 2, 3, 4).

De acuerdo a lo establecido por IAWA Committee (1989), los individuos estudiados se ubican en las categorías de poros pequeños a medianos; el 44,44 % de los individuos posee poros pequeños; mientras que el 55,56 % restante presenta poros medianos. Esto se mantiene tanto en función de los diámetros promedios absolutos como del análisis de varianza. De acuerdo a la prueba de Tukey al 99 % de nivel de probabilidad, se pueden distinguir cinco (5) grupos estadísticamente diferentes: dos ubicados en la categoría de poros pequeños y tres en la categoría de poros medianos. Los valores porcentuales por categoría diamétrica están bastante cercanos a los mencionados por Metcalfe (1987).

Con relación a la longitud de los elementos vasculares, el 100 % de los individuos se ubican en la categoría de elementos vasculares cortos (Cuadro 3).

El análisis de varianza indica que existen diferencias significativas entre individuos. La prueba de Tukey, al 99 % de nivel de probabilidad, indica la formación de tres grupos estadísticamente diferentes en donde se observa que pueden existir diferencias entre especies pero en ningún caso se presentaron diferencias entre individuos de una misma especie. Es notable observar que, de acuerdo a las categorías establecidas por IAWA Committee (1989) se observa homogeneidad a nivel de género ya que todas las especies pertenecientes al género *Annona* se ubican en una misma categoría. Metcalfe (1987) indican que la longitud promedio de los elementos vasculares en la familia Annonaceae oscila entre 300 y 600 mm. Lo encontrado en el presente estudio indica se

ubica por debajo de los valores indicados anteriormente y se encontró que cinco de las especies estudiadas (71,43%) presentan elementos vasculares con longitudes inferiores a 300 mm.

La longitud de las fibras mantiene un comportamiento en donde se observa la presencia de especies sólo en la categoría de fibras medianas establecida por IAWA Committee (1989) (Cuadro 4).

CONCLUSIONES

- Las siete especies estudiadas muestran una gran homogeneidad xilemática y sus características coinciden, de manera general, con lo reportado para la familia Annonaceae.
- La homogeneidad mencionada anteriormente dificulta la diferenciación de especies dentro del género y se pueden establecer grupos en base a características tales como la presencia de estructura estratificada. Dentro de cada grupo es posible diferenciar algunas especies mientras que el resto quedarían incluidas en subgrupos.
- La presencia de características como estructura estratificada, elementos vasculares cortos, fibras cortas y radios predominantemente homocelulares de células procumbentes indica que, de acuerdo a los criterios de Metcalfe y Chalk (1950), en los miembros de la familia Annonaceae se encuentran caracteres más evolucionados que los observados en el resto de las familias del orden Magnoliales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E. Y V. ANGYALOSSY-ALFONSO. 2000. Ecological trends in the wood anatomy of some brazilian species. 1. Growth rings and vessels. IAWA J. 21: 3-30.

- BOTOSO, P. Y A. VIDAL. 1982. Radial vessels and series of perforated ray cells in Annonaceae. IAWA Bull. n.s. 3: 39-44.
- BRAZIER, J. Y G. FRANKLIN. 1961. Identification of hardwoods, A microscopic key. Forest Product Research Bulletin 46. 96 pp.
- CARRERAS, R. Y R. DECHAMPS. 1995. Anatomía de la madera de 157 especies forestales que crecen en Cuba y sus usos tecnológicos, históricos y culturales. Musee Royal de L'Afrique Centrale. Documentation Sciences Economiques Vol. 9, Tervuren, Belgique.
- COROTHIE, H. 1948. Maderas de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas, Venezuela. 321 pp.
- FRANKLIN, G. 1937. Permanent preparations of macerated wood fibres. Tropical Woods 49: 21-22.
- GONCALVES, T. 2006. Contribucao ao conhecimento da anatomia da madeira das familias Anacardiaceae, Annonaceae, Aquifoliaceae, Apocynaceae e Araliaceae a través de amostras carbonizadas do lenho de espécies brasileiras. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Florestas. Río de Janeiro. 116 pp (Tesis de grado).
- HESS, R. 1946. Identification of new world timbers. Part III: Annonaceae. Tropical Woods 88: 13-30.
- HOYOS, J. 1976. Los árboles de Caracas. Sociedad de Ciencias naturales La Salle. Monografía N° 22. Caracas, Venezuela.
- INSIDE WOOD. 2004-2007. Publisher on the internet. <http://insidewoodlib.ncsu.edu/search> (consultada en Julio del 2007).
- LEÓN H., W. 2003. Anatomía de la madera de 12 especies del género *Gutteria* Ruiz & Pav. (Annonaceae, Magnoliales). Revista Forestal Venezolana 47: 31-41.
- IAWA Committee. 1989. IAWA List of microscopic features for hardwood identification. IAWA Bull. n.s. 10: 219-332.
- LOUREIRO, A. 1972. Contribucao au estudo anatomico da madeira de Anonaceas de Amazonia. III: *Annona sericea* Dun, *Annona paludosa* Aubl. e *Gutteria paranensis* R.E. Fries. Acta Amazonica 1: 85-90.
- MABBERLEY, D. 1990. The plantbook. Cambridge University Press. Cambridge. 707 pp.
- MARCATI, R., J. S. OLIVEIRA Y S. R. MACHADO. 2006. Growth rings in Cerrado woody species: Occurrence and anatomical markers. Biota Neotropica 6 (<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n3/pt/abstract?article+bn00206032006>)
- METCALFE, C. 1987. Anatomy of dicotyledons Vol. III. 2nd Edition. Oxford Science Publications, Oxford. 224 pp.
- METCALFE, C. Y L. CHALK. 1950. Anatomy of the dicotyledons Vol. II. Clarendon Press, Oxford.
- PÉREZ, A. 1971. Clave para la identificación micrográfica de 37 maderas de la Guayana Venezolana. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Publicaciones. Mérida, Venezuela.
- PÉREZ, A. 1977. Identificación macroscópica de algunas maderas de la Guayana Venezolana. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. Mérida, Venezuela. 57 pp.
- RECORD, S. Y R. HESS. 1949. Timbers of the new world. Yale University Press, New Haven. 640 pp.
- STEYERMARK, J., P. BERRY, B. HOLST Y K. YATSKIEVYCH. 1995. Flora of the Venezuelan Guayana, Volume 2: Pteridophytes, Spermatophytes, Acanthaceae, Annonaceae. Missouri Botanical Garden Press. 706 pp.
- VEILLON, J. 1994. Especies forestales autóctonas de los bosques naturales de Venezuela. Instituto Forestal Latinoamericano. 2da Edición. Mérida, Venezuela.
- WELLE, B. TER Y J. VAN ROODEN. 1982. Systematic wood anatomy of *Desmopsis*, *Sapranthus* and *Stenanona* (Annonaceae). IAWA Bull. n.s. 3: 15-23.
- WILLIAMS, L. 1939. Maderas económicas de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Boletín Técnico N° 2. Caracas, Venezuela. 96 pp.
- WYK, R. VANDER y J. CANRIGHT. 1956. The anatomy and relationships of the Annonaceae. Tropical Woods 104: 1-23.