

# ANATOMÍA XILEMÁTICA DE 26 ESPECIES DE LA FAMILIA ANNONACEAE EN VENEZUELA

## *Wood anatomy of 26 species of Annonaceae family in Venezuela*

Williams J. León H.

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

### RESUMEN

El presente trabajo corresponde al estudio anatómico de la madera de 26 especies de la familia Annonaceae que crecen en Venezuela. Las especies pertenecen a nueve géneros diferentes: *Annona*, *Bocageopsis*, *Duguetia*, *Guatteria*, *Oxandra*, *Porcelia*, *Rollinia*, *Unonopsis*, *Xylopia*. El material fue estudiado de acuerdo a lo estipulado por IAWA Committee (1989). Se encontró una alta homogeneidad xilemática lo que hace difícil la diferenciación de géneros o especies. Se encontraron células oleíferas en dos especies de *Duguetia* y tres de *Xylopia*. En *Rollinia* y *Xylopia* también se encontraron cristales en el parénquima axial y radial. También se observó estructura estratificada en especies de *Annona* y *Rollinia*. Posiblemente, son las primeras descripciones xilemáticas de *Duguetia quitarensis*, *Oxandra venezuelana*, *Porcelia venezuelanensis*, *Unonopsis glaucopetala*, *Xylopia meridensis* y *X. pittieri*.

**Palabras clave:** Annonaceae, anatomía de la madera, *Porcelia*, *Oxandra*, *Unonopsis*, *Bocageopsis*.

### ABSTRACT

Wood anatomy of 26 species from Annonaceae family growing in Venezuela was described. The species studied belong to nine genera: *Annona*, *Bocageopsis*, *Duguetia*, *Guatteria*, *Oxandra*, *Porcelia*, *Rollinia*, *Unonopsis*, *Xylopia*. The samples were described according IAWA Committee (1989). A homogeneous wood anatomy was found so identifying individual species was difficult. Oil cells in two species from *Duguetia* genus and three from *Xylopia* were found. Besides, crystals in axial and radial parenchyma cells of *Rollinia* and *Xylopia* were found. Storied structure was observed in *Annona* and *Rollinia*. This could be the first wood anatomy descriptions of the following species: *Duguetia quitarensis*, *Oxandra venezuelana*, *Porcelia venezuelanensis*, *Unonopsis glaucopetala*, *Xylopia meridensis* and *X. pittieri*.

**Key words:** Annonaceae, wood anatomy, *Porcelia*, *Oxandra*, *Unonopsis*, *Bocageopsis*.

### INTRODUCCIÓN

La Annonaceae es una familia principalmente pantropical y está constituida por árboles, arbustos y lianas que se distribuyen en 130 géneros y cerca de 2000 especies (Steyermark *et al.*, 1995). Según Aristeguieta (2003), la familia Annonaceae está bien representada en nuestra flora, con numerosas especies arbóreas pertenecientes a 22 géneros y distribuidas en bosques de tierra caliente y también en los bosques nublados de las cordilleras del país. Steyermark *et al.* (1995) indican que sólo en la zona correspondiente a la Guayana Venezolana se han reportado 17 géneros y 102 especies. Desde el punto de vista de anatomía de la madera, uno de los trabajos más completos de la familia Annonaceae fue el realizado por Wyk y Canright (1956) quienes presentan la descripción de la familia basándose en la revisión de 489 especies pertenecientes a 79 géne-

ros. Además hacen un análisis comparativo con las otras familias del orden Magnoliales (Myristicaceae, Magnoliaceae, Eupomatiaceae, Himantandraceae, Degeneriaceae, Canellaceae). Metcalfe (1987) también presenta una descripción bastante completa para la Annonaceae. A nivel de especie se han realizado descripciones para *Anaxagorea dolichocarpa* (Détienne *et al.*, 1982), *Annona glabra* (Heringer y Paula, 1976; Carreras y Dechamps, 1995; Yáñez-Espinosa y Terrazas, 2001), *A. paludosa* (Loureiro, 1971), *A. scleronema* (Sosa, 1973), *A. sericea* (Loureiro, 1971), *Bocageopsis multiflora* (Détienne y Jacquet, 1983), *Cleistopholis patens* (Kribs, 1968), *Cymbopetalum baillonii* (Barajas *et al.*, 1997), *C. brasiliense* (Détienne *et al.*, 1982), *C. penduliflorum* (Sosa, 1973), *Duguetia lanceolata* (Mainieri y Peres, 1989), *D. surinamensis* (Détienne *et al.*, 1982), *Enantia chlorantha* (Kribs, 1968), *Guatteria boyacana* (Kribs, 1968),

*G. paraensis* (Loureiro, 1971), *G. schomburgkiana* (Détienne *et al.*, 1982), *Oxandra asbeckii* (Détienne *et al.*, 1982), *O. lanceolata* (Carreras y Dechamps, 1995), *Rollinia exsucca* (Détienne *et al.*, 1982), *R. jimenezii* (Barajas *et al.*, 1997), *Sapranthus microcarpus* (Barajas *et al.*, 1997), *Unonopsis rufescens* (Détienne *et al.*, 1982), *Xylopiya aromatica* (Détienne y Jacquet, 1983; Carreras y Dechamps, 1995), *X. discreta* (Détienne *et al.*, 1982), *X. emarginata* (Londoño, 1967; Paula, 1981), *X. frutescens*, *X. longifolia*, *X. nitida*, *X. surinamensis* (Détienne *et al.*, 1982). También destacan los trabajos de Welle y Rooden (1982) sobre la anatomía de la madera de los géneros *Desmopsis*, *Sapranthus* y *Stenanona*; así como el estudio sobre vasos radiales y células radiales perforadas en Annonaceae (Botosso y Vidal, 1982) y la descripción macroscópica realizada por Pérez (1981) en 24 especies de Annonaceae procedentes de diferentes países de latinoamérica.

En Venezuela son pocos los estudios sobre anatomía xilemática de especies de la familia Annonaceae. Se han realizado descripciones completas para *Rollinia exsucca* (Pérez, 1969), 12 especies del género *Guatteria* (León, 2003) y 7 especies del género *Annona* (León, 2002).

El presente trabajo tiene como objetivo presentar la descripción de la madera de 26 especies de la familia Annonaceae que crecen en Venezuela y hacer un análisis comparativo de la estructura xilemática, tomando en consideración tanto características cuantitativas como características cualitativas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El material de estudio está representado por muestras de 26 especies pertenecientes a nueve géneros de la familia Annonaceae y colectadas en diferentes regiones geográficas de Venezuela (Cuadro 1). Para su preparación se utilizaron las técnicas convencionales de microtecnia xilemática: ablandamiento de madera en agua caliente para realizar cortes con un micrótopo de deslizamiento y obtener secciones de 25-30  $\mu\text{m}$  de espesor las cuales fueron sometidas a procesos de tinción con safranina y montadas utilizando resina sintética (Corothie, 1967). También se preparó tejido macerado sumergiendo astillas de madera en una solución de ácido acético glacial y peróxido de hidrógeno (1:1) para llevarlas a estu-

fa (60 °C) durante 12 horas. Para la descripción se tomaron en consideración todas las características indicadas por IAWA Committee (1989), aunque en las descripciones no se indican las que se manifiestan en condición de ausente. En la determinación de características cuantitativas se realizaron el número de mediciones indicadas por IAWA Committee (1989), se determinó la estadística básica (promedio, desviación, coeficiente de variación). Para el diámetro de poros, diámetro de punteaduras, longitud de elementos vasculares, longitud de fibras y altura de radios, se realizó un análisis de varianza y prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Se calculó el índice de Chattaway (longitud de fibras/longitud de elementos vasculares).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

*Annona* L. (Figuras 1, 2)

*A. cinerea* Dunal, *A. inconformis* Pittier, *A. jahnii* Saff., *A. montana* Macfad., *A. purpurea* Moc. y Sessé ex Dunal.

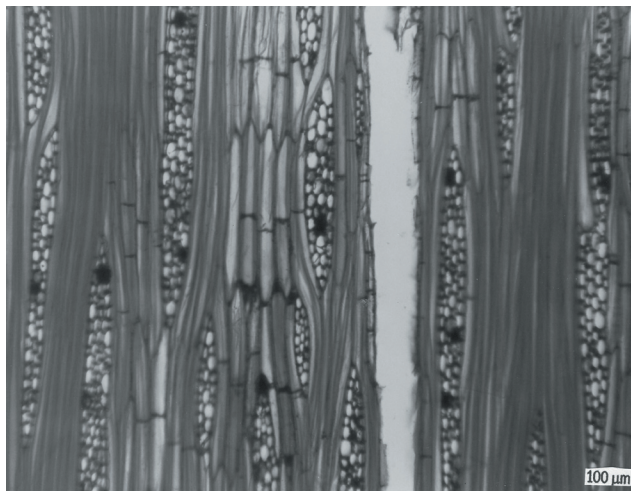
Anillos de crecimiento definidos por engrosamiento de las paredes de las fibras, reducción de diámetro radial de las fibras y acortamiento de distancia entre bandas parenquimáticas; no definidos en *A. cinerea*. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-4); ocasionalmente arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma en los poros (*A. inconformis*, *A. montana*, *A. purpurea*) Fibras no septadas, paredes generalmente medianas a gruesas (delgadas en *A. cinerea*; delgadas a gruesas en *A. jahnii*, *A. montana*), punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal vasicéntrico delgado; predominantemente en bandas con 1 (-2) células de ancho; hasta 3 células de ancho en *A. jahnii*; fusiforme (*A. cinerea*, *A. purpurea*) y en series de 2-4 células. Radios homocelulares de células procumbentes, algunos heterocelulares con una ruta de células marginales; hasta 4 rutas en *A. cinerea*. Estructura estratificada, de forma local, en el parénquima axial de *A. inconformis*, *A. jahnii*, *A. montana*, *A. purpurea*; en parénquima y fibras en *A. cinerea*.

**Cuadro 1.** Especies estudiadas y procedencia del material colectado.

Especie	Muestra de xiloteca y herbario	Procedencia
<i>A. cinerea</i>	X2973, Curran	Miranda
<i>A. inconformis</i>	X2710, 10962 L. Williams	Bolívar
<i>A. jahnii</i>	X1855, 4020 Breteler	Barinas
<i>A. montana</i>	X4217, 3701 Breteler	Barinas
<i>A. purpurea</i>	X2612, 200 Bautista	Barinas
<i>Bocageopsis multiflora</i>	X346, 6592 Bernardi X3239, 7289 Bernardi X6479, 4780 Breteler	Bolívar Bolívar Amazonas
<i>Duguetia lucida</i>	X95, 1120 Bernardi	Barinas
<i>D. quitarensis</i>	X3082, 2 Veillon	Bolívar
<i>D. rigida</i>	X5252, 111-981 Marcano Berti, Peña & Pinto	Bolívar
<i>Guatteria cardoniana</i>	X92, 1117 Bernardi X1830, 3932 Breteler X4221, ---	Barinas Barinas Barinas
<i>G. laurina</i>	X1844, 3957 Breteler	Barinas
<i>G. pilosula</i>	X5955, 3480 Ruíz Terán	Bolívar
<i>G. poeppigiana</i>	X261, 2133 Bernardi	Bolívar
<i>G. saffordiana</i>	X264, 2144 Bernardi	Mérida
<i>G. schomburgkiana</i>	X298, 2770 Bernardi X348, 6695 Bernardi	Bolívar Bolívar
<i>Oxandra venezuelana</i>	X253, 1923 Bernardi	Mérida
<i>Porcelia venezuelanensis</i>	X6319, 1510 Ruíz Terán X6400, 1253 Ruíz Terán	Barinas Barinas
<i>Rollinia exsucca</i>	X2567, 150 Marcano Bertí	Bolívar
<i>R. mucosa</i>	X889, 9 Veillon X6407, 4595 Ruíz Terán	Barinas Mérida
<i>Unonopsis glaucopetala</i>	X1801, 306 Marcano Berti X2476, 3799 Breteler	Bolívar Bolívar
<i>Xylopia aromatica</i>	X5900, 1731 C. Hernández & W. León X5901, 1732 C. Hernández & W. León X6297, 53164 L. Gámez & A. Araque X6391, 4432 Ruíz Terán	Mérida Mérida Mérida Amazonas
<i>X. discreta</i>	X2897, 3729 Breteler	Barinas
<i>X. frutescens</i>	X3240, 7354 Bernardi	Bolívar
<i>X. meridensis</i>	X111, 1133 Bernardi	Barinas
<i>X. nitida</i>	X3267, 7163 Bernardi	Bolívar
<i>X. pittieri</i>	X310, 3044 Bernardi	Bolívar



**Figura 1.** *Annona cinerea*. Estructura estratificada en fibras y parénquima



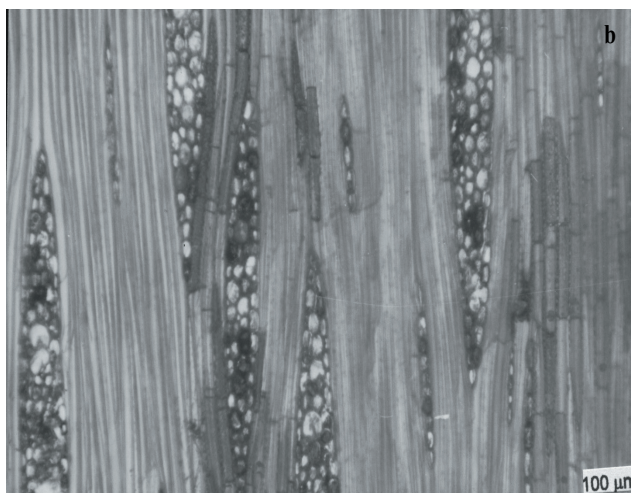
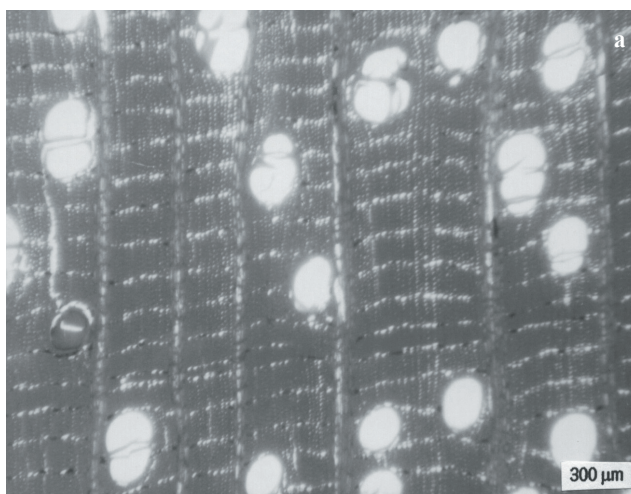
**Figura 2.** *Annona purpurea*. Parénquima fusiforme y predominantemente en serie de 2 células; estratificado.

***Bocageopsis multiflora*** (Mart.) R. E. Fr. (Figura 3) Anillos de crecimiento no definidos a ocasionalmente definidos por reducción de diámetro radial de las fibras y acortamiento de distancia entre bandas parenquimáticas. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-8). Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presentes, escasos. Fibras no septadas, paredes delgadas a medianas, ocasionalmente gruesas (X346), punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima en bandas con una célula de ancho; en series de (3-) 4-6 (-8) células. Radios homocelulares de células procumbentes, algunos heterocelulares con una ruta de células marginales. Radios de dos tamaños presentes.

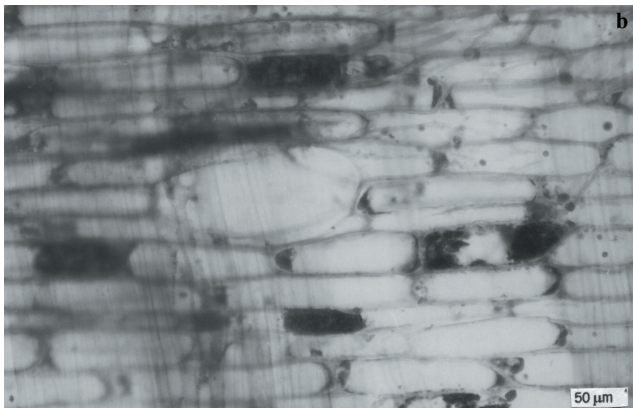
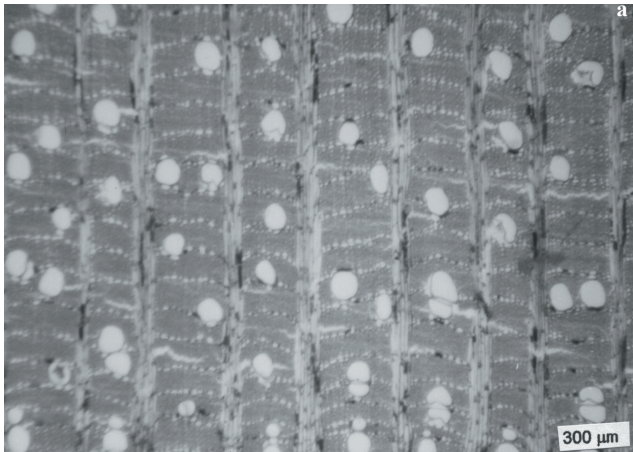
***Duguetia*** A. St. Hill (Figura 4)

***D. lucida*** Urb., ***D. quitarensis*** Benth., ***D. rigida*** R. E. Fr.

Anillos de crecimiento definidos por engrosamiento y reducción del diámetro radial de las paredes de las fibras en ***D. lucida***, ***D. rigida***; parénquima marginal en ***D. quitarensis***. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2(-3), ocasionalmente arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas. Punteaduras radiovasculares simi-



**Figura 3.** *Bocageopsis multiflora*. (a) Parénquima predominantemente en bandas con una célula de ancho; poro con goma. (b)Radios de dos tamaños.



**Figura 4.** *Duguetia lucida*. (a) Parénquima en bandas con una célula de ancho; poros solitarios y múltiples radiales cortos. (b) Célula oleífera en parénquima radial.

lares a las intervasculares. Depósitos de goma presentes, escasos. Fibras no septadas, paredes gruesas a muy gruesas; medianas en *D. rigida*, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso; predominantemente en bandas con una célula de ancho; en series de 2(-4) células; hasta 6 células en *D. quitarensis*. Radios homocelulares de células procumbentes. Cristales alargados, hexagonales e isodiamétricos en el parénquima axial en *D. quitarensis*. Células oleíferas asociadas al parénquima radial en *D. lucida* y *D. rigida*.

#### *Guatteria* Ruíz & Pav.

*G. cardoniana* R.E Fr., *G. laurina* Triana & Planch., *G. pilosula* Planch. & Linden en Triana & Planch., *G. poeppigiana* Mart., *G. saffordiana* Pittier, *G. schomburgkiana* Mart.

Anillos de crecimiento definidos por acortamiento de la distancia entre bandas de parénquima, reducción del diámetro radial y/o engrosamiento de las

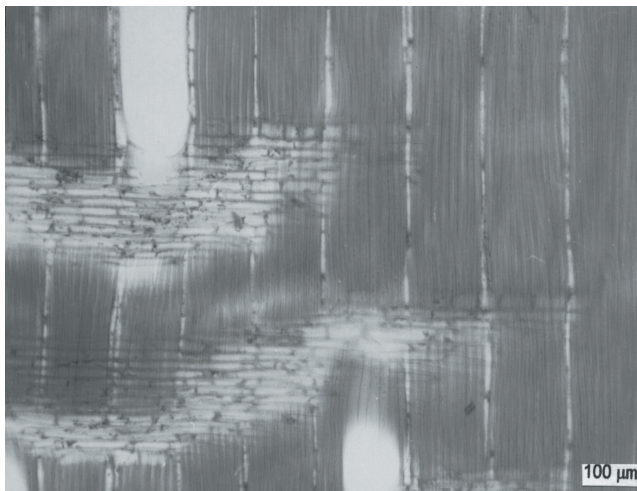
paredes de las fibras en *G. cardoniana*, *G. poeppigiana*, *G. saffordiana*, *G. schomburgkiana*; por acortamiento de la distancia entre bandas de parénquima en *G. pilosula*. Ausentes en *G. laurina*. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-4, ocasionalmente hasta 6 en *G. schomburgkiana* y 7 en *G. cardoniana*. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas; solamente medianas en *G. cardoniana*, *G. laurina*. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presentes y escasos en *G. schomburgkiana*. Fibras no septadas, paredes medianas a gruesas; delgadas a gruesas en *Guatteria cardoniana*, *G. saffordiana*; gruesas a muy gruesas en *G. schomburgkiana*; con punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal vasicéntrico delgado y bandas de 1-2(-3) células de ancho; predominantemente dos células de ancho; ocasionalmente se pueden presentar zonas con bandas de 4-5 células de ancho en *Guatteria cardoniana*; en series de 2-4(-5) células, predominantemente 4 células, hasta seis células en *G. pilosula*, siete células en *G. saffordiana*, fusiforme (poco) en *G. schomburgkiana*. Radios homocelulares de células procumbentes; algunos heterocelulares con 1 (*G. schomburgkiana*) -4 rutas de células marginales en *G. cardoniana*, *G. laurina*, *G. pilosula*, *G. poeppigiana*, *G. saffordiana*.

#### *Oxandra venezuelana* R. E. Fr. (Figura 5)

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presentes, pocos. Fibras no septadas, paredes muy gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima en bandas con una célula de ancho; en series de 4 (-5) células. Radios homocelulares de células procumbentes, algunos heterocelulares con una ruta de células marginales.

#### *Porcelia venezuelanensis* Pittier (Figura 6)

Anillos de crecimiento no definidos a definidos por incremento del grosor de las paredes de las fibras y la presencia de radios nodulares. Porosidad difusa.



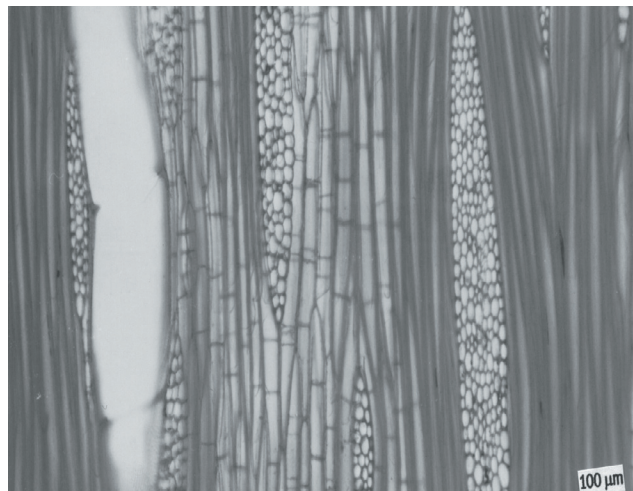
**Figura 5.** *Oxandra venezuelana*. Radios homocelulares de células procumbentes.

Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-4, algunos arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presentes, escasos. Fibras no septadas, paredes delgadas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso; predominantemente en bandas con 2-3 células de ancho; en series de (2-) 4 (-8) células. Radios homocelulares de células procumbentes, algunos heterocelulares con una ruta de células marginales. Estratificación local en parénquima axial.

**Rollinia** A. St-Hill. (Figuras 7, 8)

***R. exsucca*** (DC. ex Dunal) A. DC.; ***R. mucosa*** (Jacq.) Baill.

Anillos de crecimiento definidos por reducción del diámetro radial de las paredes de las fibras y acortamiento de la distancia entre bandas de parénquima. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-4); Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presentes, escasos. Fibras no septadas, paredes delgadas a gruesas en ***R. exsucca***; medianas en ***R. mucosa***, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso, en agregados (***R. exsucca***), paratraqueal escaso; predominantemen-



**Figura 6.** *Porcelia venezuelanensis*. Parénquima predominantemente en series de 4 células; estratificado.

te en bandas con una célula de ancho, hasta 2 células en ***R. mucosa***; en series de (2-) 4 células. Radios homocelulares de células procumbentes, algunos heterocelulares con una ruta de células marginales en ***R. mucosa***. Estructura estratificada en parénquima axial, local. Cristales prismáticos en células parenquimáticas radiales (pocos) y en el parénquima axial; en cámara y sin llegar a formar cámaras, un cristal por célula o cámara; alargados y estiloides en parénquima axial (***R. mucosa***).

***Unonopsis glaucopetala*** R. E. Fries (Figura 9)

Anillos de crecimiento definidos por incremento del grosor y reducción del diámetro radial de las paredes de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-4, arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras no septadas, paredes delgadas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso; predominantemente en bandas con 1 (-2) células de ancho; en series de 3-8 células. Radios homocelulares de células procumbentes, algunos heterocelulares con una ruta de células marginales. Radios de dos tamaños presentes.

***Xylopia*** L. (Figuras 10, 11)

***X. aromatica*** (Lam.) Mart., ***X. discreta*** (L.f.) Sprague & Hutch., ***X. frutescens*** Aubl., ***X. meri-densis*** Pittier, ***X. nitida*** Dunal

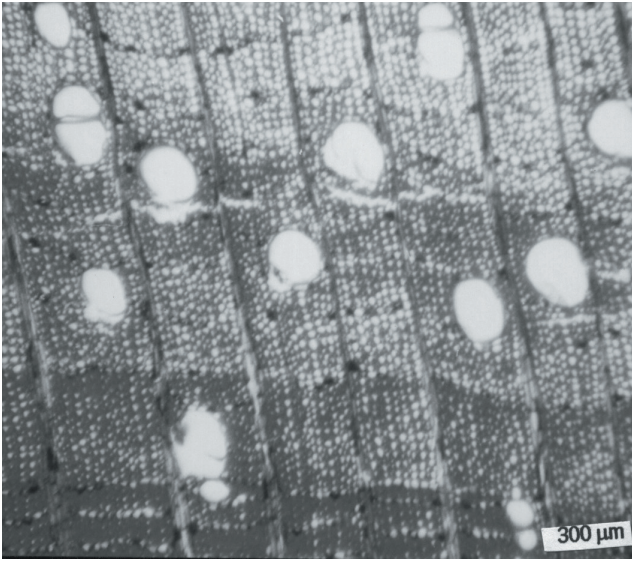


Figura 7. *Rollina exsucca*. Anillos de crecimiento definidos.

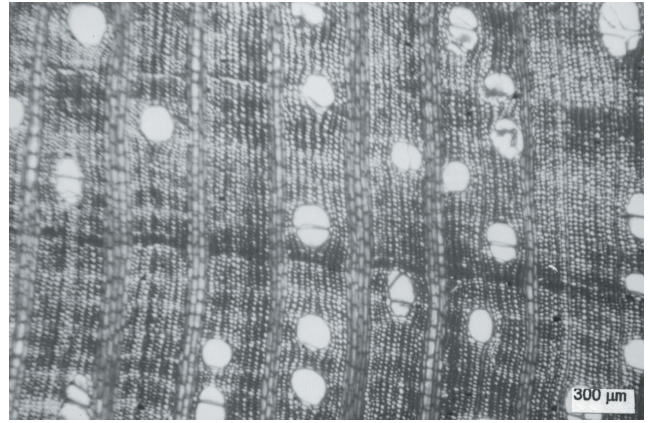


Figura 9. *Unonopsis glaucopetala*. Anillos de crecimiento definidos, parénquima predominantemente en bandas con una célula de ancho.

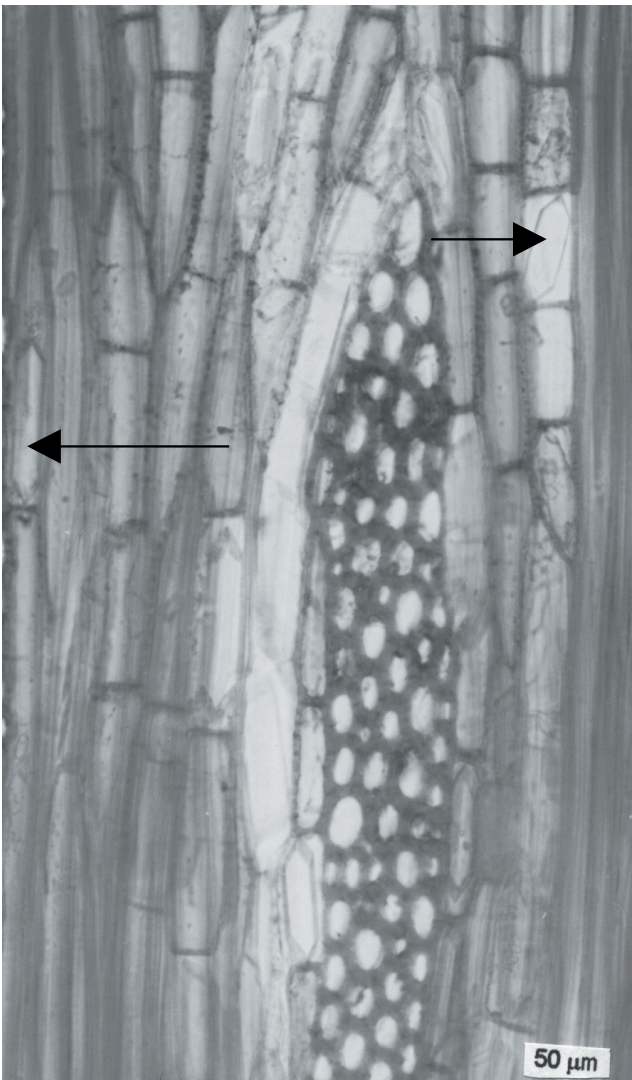


Figura 8. *Rollinia mucosa*. Cristales estiloides.

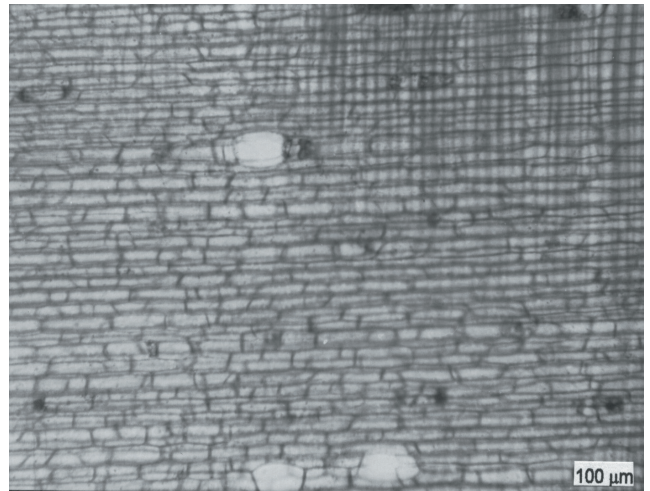


Figura 10. *Xylopiya aromatica*. Radio homocelular de células procumbentes; células oleíferas.

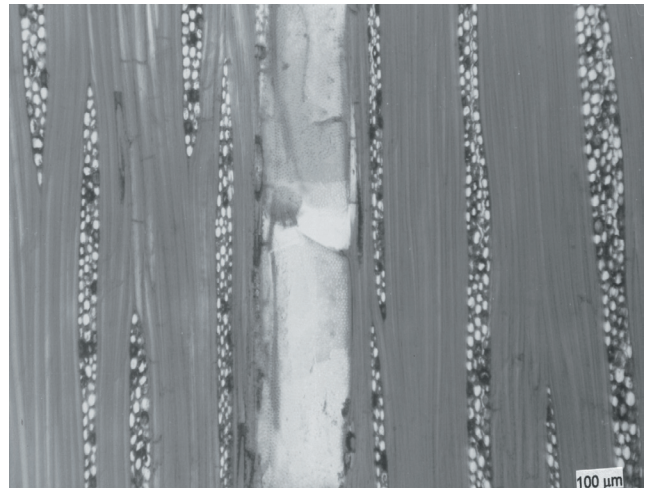


Figura 11. *Xylopiya pittieri*. Radios de 2-4 células de ancho.

Anillos de crecimiento generalmente indistintos; ocasionalmente definidos por engrosamiento y reducción del diámetro radial de las paredes de las fibras y acortamiento de la distancia entre bandas de parénquima. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-4(-6), algunos arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas; ocasionalmente medianas (*X. pitieri*). Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma en los poros (*X. nitida*, *X. pitieri*). Fibras no septadas, paredes medianas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso (*X. aromatica*, *X. frutescens*), vasicéntrico delgado (*X. aromatica*); predominantemente en bandas con 1-2 (-3) células de ancho; en series de 2-4 (-6) células, hasta 8 células en *X. frutescens*; predominantemente series de 4 células. Radios homocelulares de células procumbentes; ocasionalmente heterocelulares con una ruta de células (*X. meridensis*). Cristales generalmente ausentes; ocasionalmente se presentan cristales pequeños, isodiamétricos y fusiformes en células parenquimáticas radiales (*X. aromatica*). Células oleíferas asociadas al parénquima radial y/o axial; ausentes en *X. nitida*, *X. pittieri*.

Se encontró una gran homogeneidad entre las diferentes especies estudiadas lo que hace muy difícil su diferenciación a través de características anatómicas xilemáticas; esto coincide con lo encontrado por Wyk y Canright (1956) y Metcalfe (1987) quienes consideran que el único género fácil de diferenciar dentro de la familia Annonaceae es *Asimina* al presentar porosidad circular, poros en patrón ulmiforme y engrosamientos espiralados en los vasos. Wheeler y Baas (1998) señalan que en la familia Annonaceae usualmente no es posible identificar géneros individuales debido a la homogeneidad xilemática. La identificación a nivel de familia ofrece pocas dificultades debido a la combinación de características como parénquima en bandas finas, radios de medianos a anchos, predominantemente homocelulares de células procumbentes combinados con algunos heterocelulares de una ruta de células marginales y arreglo escalariforme de las bandas parenquimáticas con los radios. Dentro del material estudiado se encontraron algunos elemento de interés como la presencia de cristales en *Xylophia*

*aromatica* (pequeños, isodiamétricos y fusiformes en el parénquima radial), *Duguetia quitarensis* (alargados, hexagonales e isodiamétricos en el parénquima axial), *Rollinia exsucca* (prismáticos en parénquima radial y axial, pudiendo llegar a formar series) y *R. mucosa* (prismáticos en parénquima radial y axial pudiendo llegar a formar series; alargados y estiloides en parénquima axial). Metcalfe (1987) señala que la presencia de cristales en la familia Annonaceae es poco común y entre los pocos casos que menciona están *Rollinia rensoniana* y *Xylophia*. También se han reportado cristales en *Rollinia exsucca* (Détienne *et al.*, 1982; Castro, 2001), *R. insignis* (Castro, 2001) y *Annona sericea* (Castro, 2001). Por otra parte, Carlquist (1988) presentó un listado de las familias que presentan cristales y en el caso de la Annonaceae sólo los menciona en los géneros *Goniothalamus* y *Tetrastemma*. Sin embargo, es importante mencionar que aún cuando es una característica poco común y que podría tener alguna importancia a nivel de especie; no puede considerarse como de valor a nivel genérico ya que se mantiene en condición de presente en algunas especies del género y de ausente en otras. En el caso de *Xylophia*, de las seis especies estudiadas sólo en *X. aromatica* se presentaron cristales; en *Duguetia* se presentaron sólo en *D. quitarensis* en un total de tres especies; mientras que en *Rollinia* se observaron en las dos especies estudiadas, pero se debe considerar que es un número reducido de especies como para hacer inferencias a nivel genérico. Es importante señalar que Barajas *et al.* (1997) presenta una descripción de *R. jimenezii* (sinónimo de *R. mucosa*) y no menciona la presencia de cristales. Una situación similar se presenta con respecto a las células oleíferas: se observaron en un total de seis especies pertenecientes a los géneros *Duguetia* y *Xylophia*; pero también se encontraron especies de esos géneros donde no se encontraron este tipo de células. Détienne y Jacquet (1983) mencionan la presencia de células oleíferas en *Bocageopsis multiflora* y *Gutteria schomburgkiana*; sin embargo, en las muestras analizadas no se observaron.

Una característica importante es la relacionada con la presencia de estructura estratificada la cual se presentó en *Annona cinerea*, *A. inconformis*, *A. jahnii*, *A. montana*, *A. purpurea*, *Porcelia venezuelanensis*, *Rollinia exsucca* y *R. mucosa*.



### Características cuantitativas (Cuadros 2 y 3)

**Diámetro de poros:** el diámetro promedio de los poros osciló entre un mínimo de 62,86  $\mu\text{m}$  (*Duguetia rigida*) y un máximo de 194,6  $\mu\text{m}$  (*Guatteria poeppigiana*). El análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) y la prueba de diferencia de medias (Tukey) indican diferencias significativas formándose 14 grupos homogéneos; grupos inferiores estuvieron dominados por los géneros *Duguetia*, *Annona* y *Oxandra*. Según las categorías establecidas por IAWA Committee (1989) y con base a los valores promedio observados, cinco especies mostraron poros pequeños (50-100  $\mu\text{m}$ ), lo cual representa el 19,23 % del material estudiado y 21 especies se ubicaron en la categoría de poros medianos (100-200  $\mu\text{m}$ ) representando el 80,77 % del total. Estos valores difieren de los reportados por Metcalfe (1987) quien indica que el 51 % de las especies se ubican en la categoría de poros pequeños, 40 % en la de medianos y 9 % en la categoría de poros grandes. Sin embargo, es necesario indicar que los valores presentados por Metcalfe (1987) se basan en resultados en un mayor número de especies y géneros; así como material de diferentes procedencias geográficas.

**Diámetro de las punteaduras:** los valores promedio oscilaron entre 2,625  $\mu\text{m}$  (*Duguetia lucida*) y 8,194  $\mu\text{m}$  (*Guatteria saffordiana*). Estadísticamente se forman 13 grupos con traslape entre sí donde los superiores están dominados por especies de los géneros *Guatteria* y *Annona*; mientras que los inferiores están dominados por los géneros *Duguetia*, *Oxandra*, *Xylopia* y *Bocageopsis*. Según las categorías establecidas por IAWA Committee (1989), la mayoría de las especies estudiadas poseen punteaduras diminutas a pequeñas (80,77% del total); sólo cinco especies (19,23%) presentaron punteaduras cuyo diámetro promedio las ubica en la categoría de medianas.

**Longitud de elementos vasculares:** el promedio osciló entre 247,2  $\mu\text{m}$  (*Annona jahnii*) y 601  $\mu\text{m}$  (*Xylopia nitida*). Desde el punto de vista estadístico se forman un total de 9 grupos homogéneos; observándose que los grupos inferiores están dominados por especies del género *Annona*; mientras que los superiores son dominados por especies de *Xylopia* junto con especies de *Guatteria*, *Bocageopsis multiflora* y *Unonopsis glaucopetala*. En función de la

longitud promedio de los elementos vasculares y de acuerdo con lo indicado por IAWA Committee (1989), el 30,77% de las especies tienen elementos vasculares cortos (< 350  $\mu\text{m}$ ) y el restante 69,23% posee elementos vasculares medianos (350-800  $\mu\text{m}$ ).

**Longitud de las fibras:** varió entre 930,8  $\mu\text{m}$  (*Oxandra venezuelana*) y 1635,4  $\mu\text{m}$  (*Rollinia exsucca*), se formaron 11 grupos homogéneos con traslape entre sí y donde los valores inferiores estuvieron dominados por los géneros *Oxandra* y *Annona*; mientras que los grupos superiores estuvieron dominados por especies de *Guatteria* y *Rollinia*. Estadísticamente se puede considerar que la mayoría de las especies se ubican en la categoría de fibras medianas (900-1600  $\mu\text{m}$ ) de IAWA Committee (1989). Sólo dos especies tuvieron valores promedio superior a 1600  $\mu\text{m}$  y las mismas pertenecen al género *Rollinia*.

**Altura de los radios:** los valores promedio oscilaron entre 384,2  $\mu\text{m}$  (*Oxandra venezuelana*) y 2432,75  $\mu\text{m}$  (*Guatteria poeppigiana*). Se encontró una amplia variación entre especies de un mismo género, observándose casos como los géneros *Annona* y *Guatteria* los cuales están representados en las categorías inferiores, intermedias y superiores. El 57,69% de las especies estudiadas presentaron radios con altura promedio mayor de 1 mm.

**Índice de Chattaway:** el valor de este índice presentó notables diferencias entre géneros y especies: doce especies (46,15%) presentaron valores inferiores a 3; nueve especies (34,62%) presentaron valores en el rango de 3-4 y cinco especies (19,23%) mostraron valores superiores a 4. Los mayores valores se concentraron en los géneros *Annona* y *Rollinia*; mientras que los mas bajos incluyeron a las especies *Oxandra venezuelana*, *Porcelia venezuelanensis* y las seis especies del género *Xylopia*. Este índice se ha utilizado como un elemento que permite inferir sobre el grado evolutivo de las especies y los valores menores corresponden a las especies menos evolucionadas (Carlquist, 1988). Los valores obtenidos indican que el mayor grado evolutivo dentro del material estudiado se presenta en los géneros *Annona* y *Rollinia*; dos de los géneros en donde también se desarrolla estructura estratificada la cual es considerada una característica evolucionada.

**Cuadro 2.** Frecuencia y diámetro de poros; diámetro de punteaduras y longitud de elementos vasculares.

Especie	Poros/ mm <sup>2</sup>	Diámetro de poros (µm)	Diámetro de punteaduras (µm)	Longitud de elementos vasculares (µm)
<i>A. cinerea</i>	1	(135-) 171,2 ± 25,01 (-215) N = 25; CV = 14,61 %	(5-) 5,875 ± 1,03 (-7,5) N = 10; CV = 17,53 %	(230-) 295,4 ± 42,13 (-390) N = 25; CV = 14,26 %
<i>A. inconformis</i>	8	(50-) 74,2 ± 10,58 (-100) N = 25; CV = 14,26 %	(6,25-) 6,875 ± 0,66 (-7,5) N = 10; CV = 9,6 %	(195-) 342,4 ± 70,79 (-480) N = 25; CV = 20,67 %
<i>A. jahnii</i>	6	(70-) 99,4 ± 13,49 (-130) N = 25; CV = 13,57 %	(6,25-) 6,875 ± 0,66 (-7,5) N = 10; CV = 9,6 %	(190-) 247,2 ± 47,59 (-360) N = 25; CV = 19,25 %
<i>A. montana</i>	7-9	(70-) 109,4 ± 18,2 (-150) N = 50; CV = 16,64 %	(6,25-) 7,687 ± 0,84 (-8,75) N = 20; CV = 10,93 %	(140-) 248,2 ± 44,12 (-315) N = 50; CV = 17,78 %
<i>A. purpurea</i>	16	(80-) 126 ± 17,64 (-160) N = 50; CV = 14 %	(6,25-) 6,937 ± 0,64 (-7,5) N = 20; CV = 9,22 %	(165-) 277 ± 69,28 (-490) N = 50; CV = 25,01 %
<i>Bocageopsis multiflora</i>	5-8	(110-) 143,73 ± 20,19 (-200) N = 75; CV = 14,05 %	(3,75-) 3,958 ± 0,474 (-5) N = 30; CV = 11,98 %	(240-) 470,4 ± 78,42 (-620) N = 75; CV = 16,67 %
<i>Duguetia lucida</i>	15	(80-) 102,6 ± 12,34 (-130) N = 25; CV = 12,03 %	(2,5-) 2,625 ± 0,395 (3,75) N = 10; CV = 15,05 %	(420-) 495 ± 48,11 (-600) N = 25; CV = 9,72 %
<i>D. quitarensis</i>	20	(50-) 82,8 ± 12,92 (-105) N = 25; CV = 15,60 %	(2,5-) 3,125 ± 0,884 (-5) N = 10; CV = 28,29 %	(245-) 308,4 ± 39,07 (-410) N = 25; CV = 12,67 %
<i>D. rigida</i>		(50-) 62,86 ± 8,15 (-85) N = 25; CV = 12,97 %	(3,75-) 3,75 ± 0,0 (-3,75) N = 10; CV = 0 %	(295-) 449,8 ± 78,24 (-590) N = 25; CV = 17,39 %
<i>Guatteria cardoniana</i>	3-5	(95-) 139,6 ± 21,09 (-190) N = 75; CV = 15,11 %	(7,5-) 8,102 ± 0,875 (-10) N = 27; CV = 10,8 %	(190-) 467,4 ± 87,24 (-680) N = 75; CV = 18,66 %
<i>G. laurina</i>	3	(140-) 181,4 ± 24,81 (-230) N = 25; CV = 13,68 %	(7,5-) 7,75 ± 0,527 (-8,75) N = 10; CV = 6,8 %	(205-) 346,2 ± 96,06 (-545) N = 25; CV = 27,75 %
<i>G. pilosula</i>	8	(100-) 124,4 ± 14,09 (-150) N = 25; CV = 11,33 %	(6,25-) 7,125 ± 0,844 (-8,75) N = 10; CV = 11,85 %	(210-) 410,8 ± 94,31 (-600) N = 25; CV = 22,96 %
<i>G. poeppigiana</i>	2	(115-) 194,6 ± 32,82 (-240) N = 25; CV = 16,86 %	(6,25-) 6,5 ± 0,527 (-7,5) N = 10; CV = 8,11 %	(370-) 485,2 ± 64,09 (-600) N = 25; CV = 13,21 %
<i>G. saffordiana</i>	3	(125-) 160,8 ± 20,04 (-220) N = 25; CV = 12,46 %	(5-) 8,194 ± 1,667 (-10) N = 10; CV = 20,34 %	(310-) 468,4 ± 77,84 (-625) N = 25; CV = 16,62 %
<i>G. schomburgkiana</i>	3-4	(90-) 169,9 ± 30,16 (-230) N = 50; CV = 17,75 %	(5-) 6,562 ± 1,208 (-8,75) N = 20; CV = 18,41 %	(200-) 395 ± 88,64 (-575) N = 50; CV = 22,44 %
<i>Oxandra venezuelana</i>	15	(55-) 66,4 ± 7,97 (-85) N = 25; CV = 12,00 %	(2,5-) 3,375 ± 0,604 (-3,75) N = 10; CV = 17,9 %	(190-) 312,4 ± 50,40 (-390) N = 25; CV = 16,13 %
<i>Porcelia venezuelanensis</i>	11-15	(110-) 147,9 ± 18,07 (-180) N = 50; CV = 12,22 %	(5-) 6 ± 0,769 (-7,5) N = 20; CV = 12,82 %	(260-) 399,5 ± 67,02 (-580) N = 50; CV = 16,78 %
<i>Rollinia exsucca</i>	4	(100-) 153 ± 24,19 (-205) N = 25; CV = 15,81 %	(3,75-) 5 ± 0,589 (-6,25) N = 10; CV = 11,78 %	(230-) 387,8 ± 72,53 (-530) N = 25; CV = 18,70 %
<i>R. mucosa</i>	5-8	(100-) 156,4 ± 29,74 (-235) N = 50; CV = 19,01 %	(3,75-) 6,25 ± 1,768 (-8,75) N = 20; CV = 28,29 %	(155-) 350,1 ± 82,97 (-520) N = 50; CV = 23,70 %
<i>Unonopsis glaucopetala</i>	9-10	(85-) 122,2 ± 14,68 (-160) N = 50; CV = 12,01 %	(3,75-) 5,437 ± 0,838 (-6,25) N = 20; CV = 15,41 %	(265-) 458,9 ± 99,88 (-705) N = 50; CV = 21,77 %
<i>Xylopia aromatica</i>	7-12	(105-) 146,95 ± 21,90 (-210) N = 100; CV = 14,90 %	(3,75-) 5,156 ± 0,858 (-6,25) N = 40; CV = 16,64 %	(220-) 388,35 ± 72,69 (-600) N = 100; CV = 18,72 %
<i>X. discreta</i>	12	(80-) 110,2 ± 18,34 (-150) N = 25; CV = 16,64 %	(2,5-) 3,5 ± 0,527 (3,45) N = 10; CV = 15,06 %	(315-) 492 ± 88,99 (-630) N = 25; CV = 18,09 %
<i>X. frutescens</i>	12	(110-) 132,4 ± 13,24 (-165) N = 25; CV = 10 %	(3,75-) 4,375 ± 0,659 (-5) N = 10; CV = 15,06 %	(405-) 553 ± 90,33 (-710) N = 25; CV = 16,33 %
<i>X. meridensis</i>	11	(90-) 107,8 ± 14,0 (-150) N = 25; CV = 12,99 %	(3,75-) 4,375 ± 0,659 (-5) N = 10; CV = 15,06 %	(245-) 443 ± 95,17 (-630) N = 25; CV = 21,48 %
<i>X. nitida</i>	5	(120-) 155 ± 19,15 (-200) N = 25; CV = 12,35 %	(5-) 5,75 ± 0,645 (-6,25) N = 10; CV = 11,22 %	(290-) 601 ± 136,09 (-770) N = 25; CV = 22,64 %
<i>X. pittieri</i>	5	(135-) 167 ± 22,03 (-220) N = 25; CV = 13,19 %	(5-) 6,375 ± 0,922 (-7,5) N = 10; CV = 14,46 %	(365-) 552 ± 87,19 (-690) N = 25; CV = 15,79 %

N = número de mediciones

CV = coeficiente de variación

**Cuadro 3.** Longitud de fibras, índice de Chattaway (LF/LEV), frecuencia, altura y ancho de radios.

Especie	Longitud de fibras ( $\mu\text{m}$ )	LF/LEV	Radios/mm	Altura de radios ( $\mu\text{m}$ )	Ancho radios
<i>A. cinerea</i>	(880-) 1078,4 $\pm$ 134,91 (-1350) N = 25; CV = 12,51 %	3,651	2-4	(330-) 786,8 $\pm$ 248,72 (-1460) N = 25; CV = 31,61 %	1-8
<i>A. inconformis</i>	(990-) 1303 $\pm$ 200,64 (-1680) N = 25; CV = 15,40 %	3,805	3-6	(560-) 1376 $\pm$ 645,66 (-3050) N = 25; CV = 46,92 %	(1-) 4-6 (-9)
<i>A. jahnii</i>	(880-) 1014,4 $\pm$ 84,55 (-1170) N = 25; CV = 8,33 %	4,104	4-5	(420-) 1092,2 $\pm$ 741,35 (-3360) N = 25; CV = 67,88 %	(2-) 5-6
<i>A. montana</i>	(850-) 1151,6 $\pm$ 134,61 (-1430) N = 50; CV = 11,69 %	4,640	3-5	(380-) 878 $\pm$ 337,67 (-1950) N = 50; CV = 38,07 %	(1-) 5-7 (-8)
<i>A. purpurea</i>	(720-) 1192,6 $\pm$ 265,05 (-1730) N = 50; CV = 22,22 %	4,305	3-6	(295-) 502,3 $\pm$ 141,32 (-850) N = 50; CV = 28,13 %	(2-) 5-6 (-7)
<i>Bocageopsis multiflora</i>	(1150-) 1372,73 $\pm$ 130,54 (-1630) N = 75; CV = 9,51 %	2,918	2-4	(600-) 1498,8 $\pm$ 701,02 (-4110) N = 75; CV = 46,77 %	3-10
<i>Duguetia lucida</i>	(1190-) 1532,6 $\pm$ 163,69 (-1740) N = 25; CV = 10,68 %	3,096	4-5	(560-) 1008 $\pm$ 326,85 (-1900) N = 25; CV = 32,42 %	5-8
<i>D. quitarensis</i>	(820-) 1094,4 $\pm$ 161,97 (-1440) N = 25; CV = 14,80 %	3,549	4-5	(430-) 685,4 $\pm$ 127,77 (-940) N = 25; CV = 18,64 %	3-5
<i>D. rigida</i>	(1060-) 1258 $\pm$ 126,48 (-1575) N = 25; CV = 10,05 %	2,797	(3-) 4 (-6)	(850-) 1642 $\pm$ 473,67 (-2615) N = 25; CV = 28,85 %	(1-) 3-4
<i>Guatteria cardoniana</i>	(1010-) 1415,93 $\pm$ 171,05 (-1780) N = 75; CV = 12,08 %	3,029	2-4	(720-) 1968,07 $\pm$ 784,56 (-4210) N = 75; CV = 39,86 %	3-12
<i>G. laurina</i>	(1020-) 1378,6 $\pm$ 150,34 (-1650) N = 25; CV = 10,90 %	3,982	2-4	(600-) 932,8 $\pm$ 295,98 (-1790) N = 25; CV = 31,73 %	7-14
<i>G. pilosula</i>	(980-) 1485,6 $\pm$ 224,34 (-1950) N = 25; CV = 15,10 %	3,616	2-4	(855-) 1814,8 $\pm$ 603,90 (-3120) N = 25; CV = 33,28 %	(4-) 6-8 (-9)
<i>G. poeppigiana</i>	(970-) 1325,6 $\pm$ 207,55 (-1710) N = 25; CV = 15,66 %	2,732	2-4	(410-) 2432,75 $\pm$ 1220,69 (-4630) N = 20; CV = 50,18 %	1-6
<i>G. saffordiana</i>	(1075-) 1345,4 $\pm$ 142,69 (-1630) N = 25; CV = 10,61 %	2,872	2-4	(700-) 1587,2 $\pm$ 611,94 (-2920) N = 25; CV = 38,55 %	(1-) 5-7 (-8)
<i>G. schomburgkiana</i>	(1135-) 1516,3 $\pm$ 218,36 (-2250) N = 50; CV = 14,40 %	3,839	2-4 (-6)	(550-) 1367,5 $\pm$ 857,35 (-4980) N = 50; CV = 62,69 %	3-9
<i>Oxandra venezuelana</i>	(825-) 930,8 $\pm$ 71,25 (-1060) N = 25; CV = 7,65 %	2,979	5-7	(255-) 384,2 $\pm$ 58,43 (-500) N = 25; CV = 15,21 %	3-5 (-6)
<i>Porcelia venezuelanensis</i>	(1005-) 1276,4 $\pm$ 123,28 (-1530) N = 50; CV = 9,66 %	3,195	2-4 (-5)	(500-) 1213,5 $\pm$ 576,67 (-3050) N = 50; CV = 47,52 %	(1-) 2 (-3)
<i>Rollinia exsucca</i>	(1105-) 1635 $\pm$ 239,43 (-2040) N = 25; CV = 14,64 %	4,216	3-5 (-6)	(510-) 1051,2 $\pm$ 323,38 (-1625) N = 25; CV = 30,76 %	2-3
<i>R. mucosa</i>	(1020-) 1626,4 $\pm$ 264,63 (-2270) N = 50; CV = 16,27 %	4,645	3-5	(500-) 880,3 $\pm$ 298,95 (-1790) N = 50; CV = 33,96 %	(2-) 3-6
<i>Unonopsis glaucopetala</i>	(890-) 1217,9 $\pm$ 174,13 (-1680) N = 50; CV = 14,30 %	2,654	(2-) 3-6	(710-) 1746 $\pm$ 678,53 (-3700) N = 50; CV = 38,86 %	5-10
<i>Xylopia aromatica</i>	(830-) 1152,3 $\pm$ 141,02 (-1530) N = 100; CV = 12,24 %	2,967	(3-)4-5(-7)	(380-) 724,05 $\pm$ 202,78 (-1360) N = 100; CV = 28,01 %	3-8
<i>X. discreta</i>	(980-) 1190,8 $\pm$ 130,77 (-1430) N = 25; CV = 10,98 %	2,420	(4-)5-6 (-7)	(430-) 699,6 $\pm$ 193,85 (-1080) N = 25; CV = 27,71 %	(1-) 3-5
<i>X. frutescens</i>	(980-) 1231 $\pm$ 122,91 (-1520) N = 25; CV = 9,98 %	2,226	4-6	(510-) 1070,4 $\pm$ 269,37 (-1820) N = 25; CV = 25,17 %	(1-) 3-4
<i>X. meridensis</i>	(1020-) 1220,2 $\pm$ 116,97 (-1430) N = 25; CV = 9,59 %	2,754	6-7	(460-) 757,4 $\pm$ 193,96 (-1430) N = 25; CV = 25,61 %	1-3 (-4)
<i>X. nitida</i>	(1100-) 1361,6 $\pm$ 134,12 (-1730) N = 25; CV = 9,85 %	2,266	4-6	(500-) 880,2 $\pm$ 240,63 (-1300) N = 25; CV = 27,34 %	(1-) 2-3
<i>X. pittieri</i>	(1090-) 1330 $\pm$ 116,47 (-1620) N = 25; CV = 8,76 %	2,047	4-5	(630-) 1240,4 $\pm$ 489,43 (-2385) N = 25; CV = 39,46 %	2-4

N = número de mediciones

CV = coeficiente de variación

## CONCLUSIONES

1. Se confirma la alta homogeneidad xilemática que se presenta en representantes de la familia Annonaceae, aunque en algunos casos se pueden presentar características poco comunes que permitirían separar especies. Entre estas características se pueden mencionar la presencia de células oleíferas y cristales. La presencia de células oleíferas se restringió sólo a especies de los géneros *Duguetia* y *Xylopia*. Sin embargo, no se encontraron en todas las especies de dichos géneros por lo que se considera que es una característica a nivel de especie y no a nivel genérico. Igual situación se presentó con respecto a los cristales los cuales se presentaron sólo en especies de *Rollinia* y *Xylopia*.
2. Se presenta la posibilidad de utilizar características cuantitativas como elemento de diferenciación genérico en la familia Annonaceae. Se observó diferencias significativas en características como diámetro de poros y punteaduras, longitud de elementos vasculares, altura de radios y longitud de fibras. En el caso del diámetro de poros, los géneros *Annona*, *Duguetia* y *Oxandra* muestran notables diferencias con respecto a *Xylopia* y *Gutteria*. Igual situación se presenta con las punteaduras, donde *Gutteria* y *Annona* muestran los mayores valores; mientras que *Duguetia* y *Oxandra* se caracterizan por menores diámetros de punteaduras. Tanto la altura de radios como la longitud de fibras y elementos vasculares también muestran tendencias a agrupaciones en donde se pueden establecer diferencias genéricas. Es recomendable ampliar el número de géneros y especies en estudios posteriores, así como también utilizar material con diferentes procedencias geográficas, para comprobar la posibilidad del uso de características cuantitativas para la agrupación de géneros dentro de la familia Annonaceae.
3. La presencia de estructura estratificada coincidió con los mayores valores del índice de Chattaway, lo que podría indicar que dentro del material estudiado, los mayores niveles filogenéticos se encontraron en los géneros *Annona* y *Rollinia*.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARISTEGUIETA, L. 2003. *Estudio dendrológico de la flora de Venezuela*. Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Vol. XXXVIII. Caracas.
- BARAJAS, J., G. ÁNGELES y P. SOLÍS. 1997. *Anatomía de maderas de México: Especies de una selva alta perennifolia I*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Publicaciones Especiales 16. México D.F.
- BOTOSSO, P. y A. VIDAL. 1982. Radial vessels and series of perforated ray cells in Annonaceae. *IAWA Bull. n.s.* 3: 39-44.
- CARLQUIST, S. 1988. *Comparative wood anatomy*. Springer Verlag. New York.
- 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.
- CASTRO, A. 2001. Ocorrência de cristais no tecido xilemático de espécies arbóreas tropicais. *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi* 17: 277-296.
- 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. 125 pp.
- DÉTIENNE, P. y P. JACQUET. 1983. *Atlas d'Identification des bois de l'amazonie et des regions voisines*. Centre Technique Forestier Tropical. Marne.
- DÉTIENNE, P., P. JACQUET y A. MARIAUX. 1982. *Manuel d'Identification des bois tropicaux*. Centre Technique Forestier Tropical. Tome 3. Marne.
- HERINGER, E. y J. DE PAULA. 1976. Anatomia do lenho secundario de *Annona glabra* (Annonaceae), algunas propiedades físicas da madeira e análise crítica da grafia do genero. *Acta Amazonica* 6: 423-432.
- IAWA Committee. 1989. IAWA List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bull. n.s.* 10: 219-332.
- KRIBS, D. 1968. *Commercial foreign woods on the american market*. Dover Publications Inc, New York. 241 pp.
- LEÓN H., W. 2003. Anatomía de la Madera de 12 especies del género *Gutteria* Ruiz & Pav. (Annonaceae, Magnoliales). *Revista Forestal Venezolana* 47: 31-41.
- LEÓN H., W. 2002. Anatomía de la madera de 7 especies del género *Annona* L. (Annonaceae). *Pittieria* 31/32 (En imprenta)

- LONDOÑO, A. 1967. *Estructura anatómica de 20 maderas colombianas y clave para su identificación*. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. Mérida, Venezuela. 77 pp. (Tesis de grado).
- LOUREIRO, A. 1971. Contribucao ao estudo anatómico da madeira de Anonaceas da Amazonia III: *Annona sericea* Dun., *A. paludosa* Aubl. e *Gutteria paraensis* R. E. Fries. *Acta Amazonica* 1: 85-90.
- MAINIERI, C. y J. PERES C. 1989. *Fichas de características das madeiras brasileiras*. Instituto de Pesquisas Tropicales. Sao Paulo
- METCALFE, C. 1987. *Anatomy of dicotyledons* Vol. III. 2<sup>nd</sup> Edition. Oxford Science Publications, Oxford. 224 pp.
- PAULA, J. DE. 1981. Estudos das estruturas internas das madeiras de dezesseis espécies da flora brasileira, visando seu aproveitamento para productos da alcohol, carvão, coque e papel. *Brasil Florestal* 47: 23-48.
- PÉREZ M., A. 1969. *Estructura anatómica de 37 maderas de la Guayana Venezolana y clave para su identificación*. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. (Trabajo de ascenso)
- PÉREZ, A. 1977. *Identificación macroscópica de algunas maderas de la Guayana Venezolana*. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. (Trabajo de ascenso)
- PÉREZ, A. 1981. *Identificación macroscópica de algunas maderas de Latinoamérica*. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. (Trabajo de ascenso)
- 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.
- SOSA, J. 1973. *Estudio de la estructura anatómica y características dimensionales de 50 especies forestales de Petén*. Ministerio de Agricultura. Centro Técnico de Evaluación Forestal. Guatemala. 84 pp.
- WELLE, B. TER y J. VAN ROODEN. 1982. Systematic wood anatomy of *Desmopsis*, *Sapranthus* and *Stenanona* (Annonaceae). *IAWA Bull.* n.s. 3: 15-23.
- WHEELER, E. y P. BAAS. 1998. Wood identification – A review. *IAWA J.* 19: 241-264.
- WYK, R. VAN DER y J. CANRIGHT. 1956. The anatomy and relationships of the Annonaceae. *Tropical Woods* 104: 1-23.
- YÁNEZ-ESPINOSA, L. y T. TERRAZAS. 2001. Wood and bark anatomy variation of *Annona glabra* L. under flooding. *Agrociencia* 35: 51-63.