



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

ESCUELA DE BIOLOGÍA

**Anatomía de estructuras vegetativas de *Stenanona flagelliflora*
(Annonaceae).**

Tesis para obtener el título de

BIÓLOGO (A)

PRESENTA:

Analy González Olarte

TUTOR (A) DE TESIS:

Dra. Agustina Rosa Andrés Hernández

PUEBLA, PUEBLA

MARZO 2015



ÍNDICE

RESUMEN	1
I.INTRODUCCIÓN	3
1.1 Caracteres anatómicos de las Annonaceae	3
1.2 La Familia Annonaceae	4
II.ANTECEDENTES	6
2.1 Estudios sobre anatomía de la madera en la Familia Annonaceae	6
2.2 Estudios sobre anatomía y arquitectura foliar en la Familia Annonaceae	13
2.3 El fenómeno de flagelifloría y la anatomía del flagelo	16
III.JUSTIFICACIÓN	17
IV.HIPÓTESIS	17
V.OBJETIVOS	18
5.1 Objetivo general	18
5.2 Objetivos particulares	18
VI. MATERIAL Y MÉTODOS	19
6.1 Área de estudio	19
6.2 Sistema de estudio	20
6.2.1 <i>Stenanona flagelliflora</i>	20
6.3 Métodos	22
6.3.1 Colecta de ejemplares	22
6.3.2 Corte de la madera y del flagelo	22
6.3.3 Anatomía de hojas y peciolo	22
6.3.4 Arquitectura foliar	23
VII.RESULTADOS	25
7.1 Anatomía del tallo	25
7.1.1 Madera	25
7.1.2 Corteza	27
7.2 Arquitectura foliar	29

7.3 Anatomía de la lámina foliar y del peciolo	31
7.4 Anatomía del flagelo.....	34
IX. DISCUSIÓN	39
9.1 Anatomía del Tallo de <i>Stenanona flagelliflora</i>	39
9.2 Anatomía de la lámina foliar y del peciolo de <i>Stenanona flagelliflora</i>	42
9.3 Arquitectura foliar de <i>Stenanona flagelliflora</i>	46
9.4 Anatomía del flagelo de <i>Stenanona flagelliflora</i>	47
X. CONCLUSIONES.....	50
XI. BIBLIOGRAFÍA.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caracteres reportados para la anatomía de la madera de la Familia Annonaceae.....	9
Tabla 2. Medidas del diámetro y pared de fibra y vaso del tallo y del flagelo de <i>Stenanona flagelliflora</i>	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio. Ejido Lic. Adolfo López Mateos.....	19
Figura 2. Morfología de <i>Stenanona flagelliflora</i>	21
Figura 3. Anatomía de la madera de <i>Stenanona flagelliflora</i>	26
Figura 4. Anatomía de la corteza de <i>Stenanona flagelliflora</i>	28
Figura 5. Arquitectura foliar de <i>Stenanona flagelliflora</i>	30
Figura 6. Anatomía de la lámina foliar de <i>Stenanona flagelliflora</i>	32
Figura 7. Anatomía del peciolo de <i>Stenanona flagelliflora</i>	34
Figura 8. Anatomía del flagelo de <i>Stenanona flagelliflora</i>	38

RESUMEN

El género *Stenanona* está constituido por 15 especies que se distribuyen en bosques tropicales húmedos desde Colombia hasta México. *Stenanona flagelliflora* es una especie endémica de México. Es un árbol que en la base de su tallo produce ramas delgadas, largas y flexibles, denominadas flagelos; los cuales crecen extendiéndose sobre el suelo, y en ellos se desarrollan las estructuras reproductivas. Esta es la única especie que presenta el fenómeno de flagelifloría para la flora de México. Considerando lo anterior y que no se conoce nada acerca de la especie; el objetivo de este trabajo fue describir la anatomía vegetativa de *Stenanona flagelliflora*. Para ello, se colectaron muestras de tallos, hojas, peciolos y flagelos de siete individuos en la comunidad de Adolfo López Mateos, Veracruz, México. Se obtuvieron cortes transversales, longitudinales y radiales de los tallos; mientras que del flagelo sólo se obtuvieron cortes transversales; para lo cual se empleó un micrótopo de deslizamiento a 25 µm. Para los peciolos y para las hojas se realizó la técnica de inclusión en parafina y se cortaron en un micrótopo de rotación a 12 µm. Todos los cortes se tiñeron con safranina - verde rápido, y se montaron con resina sintética. El tallo presentó porosidad difusa, fibras no septadas, parénquima apotraqueal en bandas tangenciales y presencia de almidón en el parénquima axial y radial. Cuantitativamente según IAWA Committe, el diámetro de los vasos es pequeño, la longitud de los vasos de corta a mediana, las punteaduras diminutas y la longitud de las fibras corta; lo cual difiere de otros géneros de Annonaceae. La lámina tiene cutícula lisa, epidermis simple,

mesófilo bifacial, y tricomas simples. El sistema vascular de la hoja se presenta en forma de U, con una vaina de fibras perivasculares. La venación es broquidódroma. El peciolo es circular o cilíndrico, con epidermis uniestratificada, el cortex con drusas, cavidades secretoras y esclereidas. El peciolo presenta cilindro vascular cerrado o de 3-5 haces vasculares, los cuales tienen fibras agrupadas y esclereidas alrededor. El flagelo es un tallo con peridermis, el cortex está formado por 2 a 10 capas de parénquima con almidón, taninos y esclereidas solitarias. El flagelo presenta xilema secundario con porosidad difusa, vasos solitarios, y radios que se dilatan en el floema. El parénquima del flagelo es apotraqueal, de una a dos capas de células. En el floema se presentan tres estratos discontinuos de fibras; entre cada estrato de fibra se encuentran tres capas de floema no colapsado y una capa de floema colapsado. La médula puede presentar taninos. Los caracteres de la anatomía del tallo, de la hoja y arquitectura son características típicas de las Annonaceae. Sin embargo, los caracteres cuantitativos del tallo son de menores dimensiones que los de otros géneros como *Xylopia*, *Duguetia* y *Rollinia*. El flagelo es descrito por primera vez.

I.INTRODUCCIÓN

El estudio de la anatomía vegetal es importante debido a que es una disciplina que se utiliza para la clasificación, así como para hacer interpretaciones de evolución, taxonomía, fisiología y ecología (Dadswell, 1939). Además de que estudia la estructura interna de las plantas. En sus comienzos, la anatomía vegetal incluía también la morfología vegetal, que estudia la forma física y la estructura externa de las plantas. A partir de mediados del siglo XX las investigaciones sobre anatomía vegetal están referidas solamente a su estructura interna, constituyendo un campo de estudio separado (Raven *et al.*, 2005; Hagemann, 1992). La anatomía vegetal se investiga frecuentemente a nivel celular, e involucra el seccionado de tejidos y microscopía (Esau, 1976).

1.1 Caracteres anatómicos de las Annonaceae

De los trabajos realizados sobre los caracteres anatómicos de la Familia Annonaceae están los caracteres anatómicos de la madera. Esta familia presenta una madera homogénea entre géneros; pero existen caracteres que definen a la familia, la cual se caracteriza por presentar bandas tangenciales de parénquima axial, porosidad difusa, vasos agrupados en hileras radiales y placas de perforación simple, fibras libriformes con punteaduras areoladas, tejidos secretores como células mucilaginosas y células de aceite, tilides y taninos (Metcalf y Chalk, 1950). La anatomía de la madera es útil para la taxonomía del grupo y es de importancia para la identificación a nivel de género por el diámetro de los vasos y el número de bandas de parénquima (Botosso, 1982).

En cuanto a los estudios sobre caracteres anatómicos foliares para la Familia Annonaceae están los realizados por Metcalfe y Chalk (1950) y para los géneros *Rollinia*, *Fusaea*, *Duguetia* y *Xylopia* (Maas *et al.*, 1992; Chatrou y He, 1999; Maas *et al.*, 2003; Justo *et al.*, 2005). La anatomía foliar al igual que la anatomía de la madera es de importancia, debido a que está relacionada con la fotosíntesis. De manera que las plantas, para lograr la mayor eficiencia desde el punto de vista fisiológico, deben equilibrar los procesos de fotosíntesis y transpiración. Se conocen distintas vías metabólicas para el proceso de fotosíntesis, asociados a estructuras foliares particulares, cada uno de los cuales, mediante distintas estrategias, logra equilibrar la pérdida de agua con la concentración apropiada de dióxido de carbono. La información genética de cada especie determina, junto con las condiciones del ambiente, la estructura anatómica foliar. De manera que se desarrollan en mayor o menor proporción ciertos tejidos, en relación al tipo de ambiente en que viven. Las principales adaptaciones observadas están relacionadas a factores que afectan en conjunto, como la disponibilidad de agua, la temperatura y la luz (Azcón- Bieto y Talón, 2003; Esau, 1976).

1.2 La Familia Annonaceae

La Familia Annonaceae pertenece al Orden Magnoliales (Castro, 2007), es la familia con el mayor número de especies de este orden. Está estrechamente relacionada con las familias Magnoliaceae, Degeneriaceae, Myristicaceae, Eupomatiaceae y Canellaceae (Cronquist, 1981). Comprende cerca de 2500 especies agrupadas taxonómicamente en 130 a 140 géneros (Maas *et al.*, 1994; Murillo, 2001; León, 2003). Aproximadamente un tercio de todas las especies de

la familia se encuentran en los géneros *Guatteria* (+ de 250), *Uvaria* (110), *Xylopia* (150), *Polyalthia* (100), y *Annona* (110) (León, 2003). De estos cinco, el género *Annona* produce frutos comestibles y comprende un mayor número de especies de interés económico como la chirimoya (*Annona cherimolia*), y la guanábana (*Annona muricata*) (Castro, 2007).

Las anonáceas están distribuidas a través de áreas subtropicales y tropicales en América (900 especies), África (450 especies) y Australia (1200 especies), con algunos representantes en la zona templada, específicamente en la parte oriental de Norteamérica (Cronquist, 1981; Heywood, 1985). La familia incluye árboles, arbustos y lianas (Kelly, 2000; León, 2003).

El género *Stenanona* fue descrito por Standley en 1929 a causa de la morfología inusual del pétalo de una especie de Panamá la cual presentaba un pétalo largo y estrecho con ápice caudado (Schatz y Maas, 2010) El género comprendía 14 especies de árboles y/o arbustos hasta el 2010 (Schatz y Maas, 2010). Sin embargo, existe una nueva especie *Stenanona migueliana* descrita en el 2014 (Ortiz-Rodríguez y Schatz, 2014). Estas 15 especies del género están distribuidas desde Colombia hasta México (Schatz y Maas, 2010).

II.ANTECEDENTES

2.1 Estudios sobre anatomía de la madera en la Familia Annonaceae

Uno de los primeros trabajos sobre anatomía de la madera de Annonaceae fue el realizado por Moll y Jansonius (1906), quienes describieron maderas de 21 especies pertenecientes a 13 géneros. En su estudio, dichos autores indican que la anatomía de estas especies es muy similar respecto al tamaño de los vasos y el grosor de la pared. Además, ellos encuentran que los elementos de vaso miden 100-500 μm y la pared de 1-8 μm . Por su parte, Solereder (1908) menciona que la presencia de finas bandas tangenciales de parénquima axial es una característica importante para definir a la familia.

Posteriormente, Hess (1946) describió 21 géneros; encontrando que no es posible elaborar una clave de identificación confiable con el uso de características xilemáticas debido a que existe una gran similitud en la estructura de la madera del material estudiado. Del mismo modo, Metcalfe y Chalk (1950) mencionan que la madera de plantas de la Familia Annonaceae es homogénea, caracterizada por presentar finas bandas tangenciales de parénquima axial, porosidad difusa, vasos agrupados en hileras radiales con engrosamientos helicoidales y placas de perforación simple, fibras de almacenamiento y fibras libriformes con punteaduras areoladas, tejidos secretores como células mucilaginosas y células de aceite, tilides, taninos, tubos taníferos y canales de resina.

Wyk y Canright (1956) trabajaron con aproximadamente 400 especies de 61 géneros de Annonaceae, encontrando una gran similitud en las características

anatómicas de esas especies. Esto sustenta que la Familia Annonaceae es un grupo natural bien definido. Sin embargo, para la mayoría de las características anatómicas existe un considerable grado de superposición a nivel de género lo que hace difícil comprender las relaciones intrafamiliares. A esta misma conclusión llegó Gottwald (1977), quien realizó un estudio para establecer la filogenia para el orden Magnoliales, estudiando 40 géneros de Annonaceae. Gottwald (1977) indica que la familia forma un grupo estructural muy homogéneo, a pesar del gran número de géneros y especies que tiene.

El único estudio sobre anatomía de la madera del género *Stenanona* es el de Welle y Rooden (1982). Dichos autores analizaron la anatomía de la madera de 10 especies de tres géneros *Desmopsis*, *Sapranthus* y *Stenanona*. La anatomía de la madera de estas especies presenta características típicas de la Familia Annonaceae, ya mencionadas por otros autores (Moll y Janssonius, 1906; Solereder, 1908; Wyk y Canright, 1956). Sin embargo, los tres géneros estudiados por Welle y Rooden (1982) pueden separarse en base a la longitud del elemento de vaso, la altura de los radios y el número de bandas de parénquima por mm².

Entre los estudios cuantitativos sobre la anatomía de la madera de plantas de la Familia Annonaceae, está el de Maas *et al.* (1992), con el género *Rollinia*. Estos autores describen la presencia de vasos solitarios (50-80%), con un diámetro de 60-260 μm , y una longitud de 180-600 μm , así como punteaduras de 6-9 μm . Las fibras presentan un diámetro de 12-60 μm , un grosor de 1.5-5 μm y una longitud de 930-2340 μm , de 3-4 (o hasta 8) series de radios uniseriados y multiseriados, heterogéneos, con células procumbentes y cuadradas, parénquima en bandas tangenciales de 1(-2) células de ancho, cristales rómbicos y células con aceite.

Por su parte, Chatrou y He (1999) estudiaron la anatomía de *Fusaea longifolia* y *F. peruviana*; mientras que Yáñez- Espinosa y Terrazas (2001) describieron la de *Annona glabra*. En estos estudios se evidencia que las especies del género *Fusaea* presentan valores de diámetro, pared y longitud de vasos y fibras mayor respecto a los de *Annona glabra* (Tabla 1).

Tabla 1. Caracteres reportados para la anatomía de la madera de la Familia Annonaceae. Paren= parénquima, punt= punteaduras, band. tang.= bandas tangenciales, +++presencia, ausencia x. Tomado de: Welle y Rooden (1982); Maas *et al.*, (1992; 2003); Chatrou y He (1999); Yáñez- Espinosa y Terrazas (2001); León, (2003; 2007); Olatunji, (2014).

Autor y año	Géneros y especies	Longitud del vaso (µm)	Diámetro del vaso (µm)	Pared del vaso (µm)	Longitud de fibra (µm)	Diámetro de fibra (µm)	Pared de fibra (µm)	Parénquima en band. tang.	Numero de band. tang.	Diámetro de punt. (µm)	Poros por mm ²	% de vasos solitarios	Cristales	Taninos	Células oleíferas	Depósitos de goma
Welle y Rooden, 1982	<i>Desmopsis</i>	475-570	60-74	3-5	1260-1520	11-15	3-5	+	1-2	1-4	6-21	10-45	+	X	X	+
	<i>Sapranthus</i>	340-470	55-92	4-6	940-1235	9-15	3-5	+	1	2-4	15-53	5-22	+	X	X	+
	<i>Stenanona</i>	405-425	55-66	3-4	940-1045	12-15	3-4	+	1-2	3	26-37	11-27	+	X	X	+
Maas <i>et al.</i> , 1992	<i>Rollinia</i>	180-600	60-260	X	930-2340	12-60	1,5-5	+	1	6-9	2-14	50-80	+	X	+	X
Chatrou y He, 1999	<i>Fusaea</i>	265-615	40-90	X	940-1615	7-13	5-9	+	1	2-3	8-32	15-20	+	X	X	X
Yáñez y Terrazas, 2001	<i>Annona glabra</i>	364±97	88±23	5±1	681±178	37±9	3±1	X	X	7±1	1-7	49	X	X	+	X
León, 2003a	Annona															
	<i>A. cherimolia</i>	150-390	50-100	X	930-1570	X	X	X	X	6.25-7.5	15	X	X	X	X	X
	<i>A. hypoglauca</i>	210-490	110-185	X	965-1630	X	X	X	X	5-7.5	7	X	X	X	X	+
	<i>A. inconformis</i>	195-480	50-100	X	990-1680	X	X	X	X	6.25-7.5	8	X	X	X	X	+
	<i>A. jahnii</i>	190-360	70-130	X	880-1170	X	X	X	X	6.25-7.5	6	X	X	X	X	X
	<i>A. montana</i>	140-315	70-150	X	850-1430	X	X	X	X	6.25-8.75	7-9	X	X	X	X	+
	<i>A. purpurea</i>	165-490	80-160	X	720-1260	X	X	X	X	6.25-7.5	16	X	X	X	X	+
<i>A. squamosa</i>	230-390	135-215	x	880-1350	X	X	X	X	5-7.5	1	X	X	X	X	+	

Tabla 1 (Continuación)

León, 2003b	Guatteria	346.20-485.40	111.80-245.80	X	1325.60-1718	X	X	X	X	X	2-4	X	X	X	X	X
Maas <i>et al.</i> , 2003	Duguetia	144-990	40-115	X	600-1800	18-35	3-8	+	1	2-3	8-50	5-40	X	X	+	X
León, 2007	Annona	140-490	50-215	X	720-1730	X	X	X	X	5-8.75	1-16	X	X	X	X	X
	Bocageopsis	240-620	110-200	X	1150-1630	X	X	X	X	3.75-5	5-8	X	X	X	X	+
	Duguetia	245-600	50-130	X	820-1740	X	X	X	X	2.5-5	15-20	X	+	X	+	X
	Guatteria	190-680	90-240	X	970-2250	X	X	X	X	5-10	3-8	X	X	X	X	+
	Oxandra	190-390	55-85	X	825-1060	X	X	X	X	2.5-3.75	15	X	X	X	X	+
	Porcelia	260-580	110-180	X	1005-1530	X	X	X	X	5-7.5	11-15	X	X	X	X	+
	Rollinia	155-530	100-235	X	1020-2270	X	X	X	X	3.75-8.75	4-8	X	+	X	X	X
	Unonopsis	265-705	85-160	X	890-1680	X	X	X	X	3.75-6.25	9-10	X	X	X	X	X
Xylopia	220-770	80-220	X	830-1620	X	X	X	X	2.5-7.5	5-12	X	+	X	+	X	
Olatunji, 2014	Annona															
	<i>A. glauca</i>	200-225	X	X	100-150	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>A. senegalensis</i>	75-125	X	X	50-125	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>A. squamosa</i>	175-250	X	X	150-275	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>A. muricata</i>	200-225	X	X	225-275	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Monodora tenuifolia</i>	200-275	X	X	225-250	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Cleistopholis patens</i>	200-250	X	X	150-225	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Xylopia aethiopica</i>	225-250	X	X	125-175	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Greenwayodendron suaveolens</i>	225-250	X	X	75-200	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Más recientemente, León (2003a) realizó un estudio anatómico de siete especies del género *Annona*. A pesar de la homogeneidad xilemática presente en las especies estudiadas, el autor menciona que se pueden diferenciar dos grupos; uno que presenta una estructura estratificada (*Annona inconformis*, *A. jahnii*, *A. montana*, *A. purpurea* y *A. squamosa*); y el otro sin dicha estratificación (*A. cherimolia* y *A. hypoglauca*). En el mismo año, León (2003b) describió la madera de 12 especies del género *Guatteria*. Este género presenta madera con porosidad difusa, sin patrón definido de disposición, vasos solitarios y múltiples radiales de 2 a 4, el número de vasos/ mm² es de 2-4. Los vasos tienen un diámetro de lumen de entre 111.80 y 245.80 µm. La longitud promedio del elemento de vaso es de 346.20-485.40 µm. La longitud de la fibra es de 1325.60-1718.00 µm. Los radios son homocelulares, de células procumbentes; y algunos son heterocelulares con 1-4 rutas de células marginales. El parénquima se presenta en bandas de 1-3 células de ancho.

Maas *et al.* (2003) describen que la madera del género *Duguetia* tiene porosidad difusa, vasos solitarios (5-40%), en múltiples radiales de 2-6, y en ocasiones agrupados de 3-6, se encuentran de 8-50 vasos/mm². El diámetro de los vasos es de 40-115 µm, mientras que su longitud es de 144-990 µm, y las punteaduras tienen un diámetro de 2-3 µm. Los radios son heterogéneos, con células procumbentes y cuadradas. Las fibras tienen un diámetro de 18-35 µm, su pared tiene un grosor de 3-8 µm y tienen una longitud de 600-1800 µm. El parénquima es apotraqueal, continuo, en bandas de 1-2 células de grosor, y se observan algunas células con aceites.

Por su parte, León (2007) estudió la anatomía de la madera de 26 especies de Annonaceae, pertenecientes a nueve géneros diferentes: *Annona*,

Bocageopsis, *Duguetia*, *Guatteria*, *Oxandra*, *Porcelia*, *Rollinia*, *Unonopsis*, y *Xylopia*. Este autor también resalta la alta homogeneidad xilemática que presenta el grupo. Sin embargo, la presencia de células oleíferas se restringe sólo a especies de los géneros *Duguetia* y *Xylopia*. De igual forma, la presencia de cristales se observa solo en *Rollinia* y *Xylopia*. De esta forma, León (2007) sugiere la posibilidad de utilizar características cuantitativas como elemento de diferenciación genérica en la Familia Annonaceae, como diámetro de vasos, y punteaduras, longitud de los elementos de vaso y de fibras, y la altura de radios. En los géneros *Annona*, *Duguetia* y *Oxandra*, el diámetro del vaso (50-100 μm) es muy distinto al de los géneros *Xylopia* y *Guatteria* (100-200 μm).

Por último, Olatunji (2014) describe la anatomía de la madera de ocho especies de anonáceas pertenecientes a cinco géneros distintos. En *Cleistopholis patens*, *Annona glauca* y *A. muricata* los vasos son solitarios, y a veces en hileras radiales o tangenciales; mientras que en *A. squamosa* y *A. senegalensis* los vasos son exclusivamente solitarios. Sin embargo, en *Monodora tenuifolia* y *Xylopia aethiopica* los vasos son pequeños y se encuentran agrupados. Respecto a análisis cuantitativos *M. tenuifolia* tiene la longitud del vaso más grande (200-275 μm) de las ocho especies. La longitud del vaso en las otras especies varía entre 75 y 250 μm . La longitud de las fibras varía de 50 a 275 μm en *A. senegalensis*, *A. squamosa* y *A. muricata*.

El único trabajo que describe la anatomía de la madera de dos especies del género *Stenanona* es el de Welle y Rooden (1982). Su estudio describe la anatomía de *Stenanona panamensis* y *S. costaricensis*. Ellos encontraron que la madera de estas especies presenta porosidad difusa, 11-27% vasos solitarios, y un diámetro del lumen de los vasos de 55-66 μm . La pared de los

vasos tiene un grosor de 3-4 μm . La longitud de los elementos de vaso es de 405-425 μm , con punteaduras intervasculares alternas, y un diámetro de 3 μm , y con placa de perforación simple. Los radios son homogéneos o heterogéneos y exclusivamente multiseriados. Las fibras tienen un diámetro de 12-15 μm , con una pared de 3-4 μm de grosor y una longitud de 940-1045 μm . El parénquima es apotraqueal dispuesto en bandas tangenciales (Tabla 1).

2.2 Estudios sobre anatomía y arquitectura foliar en la Familia Annonaceae

Metcalf y Chalk (1950) describen la anatomía de las hojas de la Familia Annonaceae, mencionando que los tricomas son simples o estrellados. La epidermis puede ser papilosa o multiseriada, algunas veces con presencia de cristales agrupados o solitarios. Los estomas son paracíticos y se encuentran en la región abaxial de la hoja. El mesófilo puede ser equifacial o bifacial. El peciolo presenta un arco lateral de haces vasculares, el número de haces varía entre géneros y especies, aunque en la mayoría de los géneros sólo hay un arco vascular en el peciolo.

Maas *et al.* (1992) describen la anatomía foliar del género *Rollinia*. La superficie abaxial presenta tricomas simples de 2-4 células o estrellados. La epidermis es uniestratificada. El mesófilo consiste de una a 2(-3) capas de parénquima en empalizada, y una capa de parénquima esponjoso. La vena primaria consta de un haz vascular rodeado por esclerénquima continuo o discontinuo; el haz vascular se agrupa en forma de riñón o en U, acompañado por el floema en la región abaxial. Tanto en el parénquima en empalizada

como en el esponjoso se observan drusas, cristales rómbicos y células de aceite; así como células secretoras de diferentes tamaños.

En su estudio, Albarello *et al.* (2001) mencionan que la anatomía foliar de *R. mucosa* es muy parecida a lo reportado para el género *Rollinia* por Maas *et al.* (1992). Sin embargo, Albarello *et al.* (2001) también describen el peciolo, encontrando que es cóncavo a convexo, con un sistema vascular constituido por entre 3 y 5 haces vasculares rodeados por una vaina de fibras y esclereidas.

Para el género *Fusaea*, Chatrou y He (1999) describen la existencia de osteosclereidas en la epidermis de la hoja tanto en la región adaxial como en la abaxial. El mesófilo tiene dos capas de parénquima en empalizada y 4-8 capas de parénquima esponjoso y presenta idioblastos. La vena primaria es similar a la de las especies de *Rollinia*. En el peciolo los haces vasculares no presentan un orden, los idioblastos se encuentran fuera del centro del peciolo, y a veces se observan braquiesclereidas agrupadas formando una capa continua.

Por su parte Hussin *et al.* (2000) describen la anatomía foliar de 12 especies de tres géneros de anonáceas (*Cyathostemma*, *Ellipeia* y *Uvaria*). La cutícula, tanto en la región adaxial como en la abaxial es lisa, con paredes sinuosas. Se observa la presencia de hipodermis en *Cyathostemma argenteum*, *U. cordata* y *U. littoralis*. El parénquima en empalizada es de 1-2 capas; mientras que el esponjoso varía de 3 a 6 capas. Se observan cristales en rafidios en el parénquima en empalizada. El peciolo es de forma circular o semicircular, y la epidermis es múltiple. El cortex presenta braquiesclereidas, drusas y glándulas secretoras.

Maas *et al.* (2003) describen la anatomía foliar del género *Duguetia*. La epidermis es uniestratificada. *Duguetia moricandiana* y *D. riberensis* presentan hipodermis. El mesófilo está conformado por una a dos capas de parénquima en empalizada, y la presencia de macroesclereidas, braquiesclereidas y glándulas secretoras de aceites. La vena primaria presenta haces vasculares dispuestos en un arco y rodeados de esclerénquima.

Justo *et al.* (2005) realizaron la descripción de la anatomía foliar de *Xylopiá brasiliensis*; mientras que Almeida *et al.* (2009) la de *X. benthamii* y *X. nitida*. En todos los casos, la epidermis es uniseriada, con una drusa en cada célula. La vena media presenta un haz vascular único colateral, cubierto por una vaina de fibras. *Xylopiá benthamii* y *X. nitida* se diferencian por que la epidermis en la región adaxial es lisa en *X. benthamii* y papilosa en *X. nitida* (Almeida *et al.*, 2009).

Los estudios que se han realizado sobre arquitectura foliar de la Familia Annonaceae han sido para los géneros *Rollinia*, *Duguetia* y *Xylopiá* (Maas *et al.*, 1992; 2003; Almeida *et al.*, 2009).

El género *Rollinia* tiene venación homogénea; el patrón de venación varía de broquidódroma a eucamptódroma, el número de venas secundarias es de 5-35. Los arcos secundarios a veces se desarrollan entre el margen. La venación terciaria forma ángulos oblicuos y son perpendiculares a las venas secundarias. El número de venas terciarias que están conectadas a las secundarias muestra variación en el género (Maas *et al.*, 1992).

En el género *Duguetia*, las venas secundarias generalmente son curvadas, aunque a veces son rectas; el número de venas secundarias varía entre 4-23 a

cada lado de la vena primaria, y la venación terciaria es reticulada (Maas *et al.*, 2003).

Por su parte *Xylopi*a tiene una vena primaria recta con 17-18 pares de venas secundarias. Las venas terciarias presentan una organización poligonal o alterna, areolas de forma poligonal, y vénulas libres, simples o bifurcadas (Almeida *et al.*, 2009).

2.3 El fenómeno de flagelifloría y la anatomía del flagelo

En el fenómeno de la flagelifloría, las flores, o las inflorescencias nacen de ramas largas, delgadas y flexibles que emergen del tronco principal a menos de un metro de altura, y tienen caída inmediata a la tierra, donde continúan creciendo sobre la superficie, a través de la hojarasca (Schatz y Wendt, 2004).

Este fenómeno fue dado a conocer por Beccari en 1871 con la descripción de una especie de Annonaceae, *Polyalthia flagellaris*. El fenómeno de la flagelifloría se ha documentado principalmente en las especies de Annonaceae (*Hornschuchia polyalthia*, *Duguetia sessilis*, *D. flagellaris* y *D. cadaverica*) de las principales regiones de la selva tropical del Mundo. También el fenómeno se ha presentado en las familias Achariaceae (*Calancoba flagelliflora*), Bignoniaceae (*Colea*) y Rutaceae (*Erythrochiton fallax*) (Schatz y Wendt, 2004).

En cuanto a la anatomía del flagelo en plantas con el fenómeno de flagelifloría sólo se ha realizado la descripción morfológica del mismo, por lo que no existe ningún trabajo que aborde el tema de su anatomía.

III.JUSTIFICACIÓN

Stenanona flagelliflora es una especie de la Familia Annonaceae descrita por Schatz y Wendt (2004); es endémica de México y de acuerdo con la Unión Mundial de Conservación (IUCN, 2001), se encontraba en la categoría de peligro crítico. Sin embargo, de acuerdo con la lista de la IUCN (2014) *S. flagelliflora* no se encuentra dentro de ninguna de las categorías del estado de conservación de las especies. Además, esta especie representa el primer reporte de flagelifloría para la flora de México. Considerando lo anterior, y que no se conoce nada sobre su anatomía vegetativa; el presente trabajo resulta relevante debido a que será el primer reporte de la madera y anatomía de hoja y peciolo no sólo para la especie, sino también para el género *Stenanona*. Así mismo, este estudio representa el primer reporte de la anatomía del flagelo para la especie en relación a todas las especies con flagelo de la Familia Annonaceae y de otras familias de plantas.

IV.HIPÓTESIS

Con base en la bibliografía consultada se espera que la madera de *Stenanona flagelliflora* sea homogénea con porosidad difusa, placas de perforación simple y parénquima axial en bandas tangenciales así como con estomas paracíticos. Así mismo, se espera que la hoja sea bifaciada, y la venación de tipo broquidódroma. Con respecto al peciolo y el flagelo, se espera que presenten caracteres novedosos o apomórficos.

V.OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

- Describir la anatomía vegetativa (tallo, lamina foliar, peciolo y flagelo) de *Stennanona flagelliflora*.

5.2 Objetivos particulares

- Describir y comparar la anatomía del tallo (madera) de *Stennanona flagelliflora* con la de otras especies del género y de la Familia Annonaceae.
- Describir y comparar la arquitectura foliar y la anatomía de las láminas y peciolos de *Stenanona flagelliflora*.
- Describir la anatomía del flagelo de los individuos de *Stenanona flagelliflora*.
- Reconocer caracteres apomórficos en la anatomía vegetativa de *Stenanona flagelliflora*.

VI. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1 Área de estudio

La colecta de muestras se realizó en la comunidad Adolfo López Mateos, que se encuentra en el municipio de Catemaco, Veracruz. Se ubica al pie del volcán Santa Marta, en las faldas del cerro el Marinero y también forma parte del río Coxcoapan (Cruz, 2009; Fig. 1). Se encuentra ubicado en las coordenadas $94^{\circ}57' 56.5''$ longitud oeste y $18^{\circ} 26' 19.9''$ latitud norte. Su clima es cálido-húmedo con una temperatura media anual de 23°C y una precipitación anual de 1,900 mm. La localidad se encuentra a una altitud entre 181 y 700 msnm (Morteo, 2011). El tipo de vegetación es selva alta perennifolia, abarcando un 70% del territorio, el estrato arbóreo alcanza los 40 metros de alto o más (Miranda y Hernández, 1963).



Figura 1. Área de estudio. Ejido Lic. Adolfo López Mateos. Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas, Veracruz.

6.2 Sistema de estudio

6.2.1 *Stenanona flagelliflora*

Stenanona flagelliflora fue descrita por Schatz y Wendt en el 2004. Es un árbol de 1-4.5 m de altura, el diámetro del tronco es de 5 cm, las ramas con tricomas dorados, de 0.2-0.5 mm de largo. Las hojas son membranosas, elípticas, de 9-18 cm de longitud y 2.6-6.5 cm de ancho, el ápice es acuminado a caudado por la punta redondeada en el ápice, base aguda o cuneada, venación broquidódroma. Presenta inflorescencias en ramas flagelifloras especializadas de más de 3 m de largo, las cuales se originan en la parte baja del tronco, a menos de un metro de altura, y tienen caída inmediata a la tierra, donde continúan creciendo sobre la superficie. En las ramas flagelifloras se originan ripidios cada 3-12 cm. El pedúnculo de las flores mide hasta 3 cm pero generalmente se encuentra muy reducido o no existe. La rama flageliflora es fértil de 5-9 cm de largo, a menudo mucho más corta. Produce entre 20-40 flores que surgen opuestas (inflorescencia simpodial), los entrenudos son cortos, de 1-2 mm, brácteas triangulares y largas, de 1-2 mm de largo. La flor presenta pedicelos florales de 4-7 mm de largo y en fruto mayor a 10 mm de longitud, tiene 3 sépalos, ovados de 2.8-3.6 mm de largo y 1-5-2.2 mm de ancho, 6 pétalos, de color rojo oscuro, estrechos, triangular-ovado, con la base redondeada, 13-14 mm de largo, 5-6 mm de ancho, carnosas, ápice acuminado con una punta finamente redondeada, con 3-7 venas longitudinales (Figura 2). Esta especie es endémica de México que de acuerdo a la IUCN en el 2001 se encontraba en peligro crítico. Presenta el fenómeno conocido como flagelifloría, siendo el primer reporte de este fenómeno para la flora de México (Schatz y Wendt, 2004).



Figura 2. Morfología de *Stenanona flagelliflora*. A) Rama de hoja y flagelo. B) Ripidio con flores en anthesis. C) Estambre. D) Carpel. E) Androceo rodeando en su mayoría al gineceo excepto los estigmas (Tomado de Schatz y Wendt, 2004).

6.3 Métodos

6.3.1 Colecta de ejemplares

Se colectaron tejidos de madera, hoja, peciolo y flagelo de siete individuos diferentes. La madera se fijó con G.A.A (glicerina, alcohol 96%, agua) y los otros órganos en F.A.A (formol, ácido acético, alcohol etílico 96%). Posteriormente las muestras se llevaron al laboratorio.

6.3.2 Corte de la madera y del flagelo

La madera se lavó y se cortó en cubitos de 3 cm³ con un micrótopo de deslizamiento. Se realizaron cortes transversales, longitudinales y radiales de 25 µm de grosor. Los cortes se tiñeron con la técnica de safranina- verde rápido (López, 2005), y se montaron con resina sintética. Se realizó la descripción con base a IAWA Committee (1989).

El flagelo también se lavó y se realizaron cortes transversales a 25 µm de grosor, se tiñeron con safranina - verde rápido y se montaron con resina sintética. Se tomaron las medidas de fibras y vasos del flagelo de la parte basal y media. Debido a que no existen trabajos reportados sobre la anatomía del flagelo de alguna especie que presente este fenómeno, se realizó la descripción siguiendo los criterios de Metcalfe y Chalk (1950) que se utiliza para describir a la Familia Annonaceae.

6.3.3 Anatomía de hojas y peciolos

Los tejidos vegetales fijados en F.A.A (hoja- peciolo), se lavaron y se colocaron en cassetes de inclusión para su deshidratación y para la remoción del F.A.A. Para ello, se sumergieron en alcoholes graduales de 50%, 70%, 96%, 100%.

Se hicieron dos cambios en cada alcohol. Cada cambio se realizó a las 24 horas. Una vez terminado el ciclo, las muestras se introdujeron en Xilol-Alcohol por 24 horas y por último en Xilol durante 24 horas.

Posteriormente, las muestras se pasaron por dos cambios de parafina, una durante 24 horas y la otra por dos horas. Los cambios se realizaron dentro de una estufa a una temperatura constante de 60° C. Las muestras se incluyeron en bloques de parafina en plano transversal. Los cortes histológicos se realizaron en un micrótopo de rotación a 12 micras de grosor. Los cortes obtenidos se colocaron en agua a 40° para su estiramiento, y se retiró la parafina de los portaobjetos con Xilol. Posteriormente, los cortes se tiñeron con safranina - verde rápido. Por último, los cortes se cubrieron con resina sintética en portaobjetos. Las laminillas se etiquetaron y se describió la anatomía de la hoja y del peciolo con un microscopio óptico.

6.3.4 Arquitectura foliar

Para la descripción de la arquitectura de la hoja fue necesario realizar la técnica de diafanización de hojas. Para ello, se aclararon las hojas en hidróxido de sodio (50%, durante una semana). Después se lavaron con cloro (50%) por 20 minutos, se enjuagaron con agua para quitar el exceso de cloro, y se pasaron a alcoholes graduales (50%, 70%, 96%). Posteriormente, se colocaron en solución aclaradora (BB-4^{1/2}: Benzil Benzoato, ácido láctico, fenol, aceite de clavo, xileno) (Ruzin, 1999) y se enjuagaron con alcohol 96% para quitar el exceso. Después se agregó safranina alcohólica para teñir el tejido durante una noche, y se quitó el exceso con alcohol 96% y 100%. Las muestras se colocaron en xilol y se montaron con resina sintética.

La descripción se realizó siguiendo los criterios de Metcalfe y Chalk (1950), Hickey y Wolfe (1975), Maas *et al.*, (1992), Albarello *et al.*, (2001) y Almeida *et al.*, (2009).

VII.RESULTADOS

7.1 Anatomía del tallo

7.1.1 Madera

La madera de *Stenanona flagelliflora* presenta una porosidad difusa (Fig. 3A), los vasos son predominantemente solitarios (61.60%), en grupos radiales de 2-5 (30.46%). Se cuantificaron de 1 a 42 vasos/ mm². El diámetro promedio del lumen los vasos es de $36.79 \pm .61$ (17.77-57.51) μm . El grosor promedio de la pared de los vasos es de $2.01 \pm .05$ (0.60-3.49) μm . La longitud promedio de los elementos de vaso es de 277.85 ± 35.96 (82.51-415.58) μm . La placa de perforación es simple, con punteaduras intervasculares alternas, y con un diámetro promedio de $2.45 \pm .04$ (1.20-3.38) μm . Los radios son heterogéneos, con células procumbentes y cuadradas; son uniseriados o biseriados, aunque en su mayoría son multiseriados (3-6 series) (Fig. 3B-C). Las fibras son libriformes, con un diámetro promedio del lumen de $7.07 \pm .19$ (1.44-13.27) μm , un grosor promedio de la pared de $2.00 \pm .03$ (1.11-3.49) μm y una longitud promedio de 636.54 ± 30.76 (36.39-1201.71) μm . El parénquima axial es apotraqueal, dispuesto en bandas tangenciales de 2 a 4 series con granos de almidón (Fig. 3D). El parénquima de radio presenta de 2 a 6 series con granos de almidón (Fig. 3E-F).

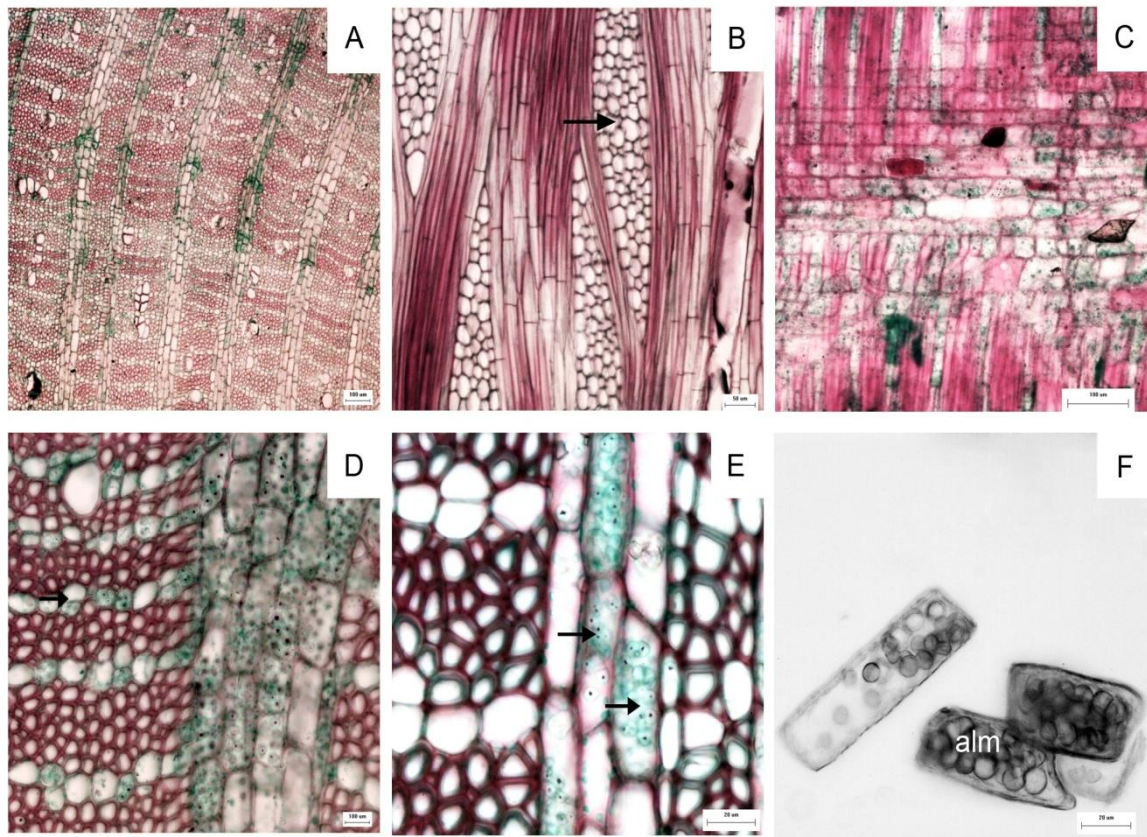


Figura 3. Anatomía de la madera de *Stenanona flagelliflora*. A) Corte transversal. Porosidad difusa. B) Corte longitudinal. Radios en su mayoría multiseriados (flecha). C) Corte radial. Radios heterogéneos con células cuadradas y rectangulares. D) Parénquima axial dispuesto en bandas tangenciales (2-4 series) con presencia de granos de almidón (flechas). E) Parénquima radial con granos de almidón (flechas). F) Disociado de parénquima con granos de almidón (alm). (Escala: A,C,D=100 μ m, B=50 μ m y E,F=20 μ m).

7.1.2 Corteza

El cambium vascular consta de cuatro capas rectangulares. El floema no colapsado es de 6 células de grosor; en él se observan elementos de tubo criboso con células acompañantes (ETC-CA) que se encuentran en grupos de 5-8 células. Los ETC se alternan con células colapsadas de floema. Los radios se dilatan (Fig. 4 A-C) y, posteriormente continúa nuevamente floema no colapsado de 2-3 capas de células de parénquima. Se vuelve a repetir ETC-CA, seguidos por floema colapsado, y de una a tres capas de fibras. En corte longitudinal se observan de 2-4 series de parénquima, fibras y de 2-3 capas de células de esclereidas. Los radios en su mayoría son multiseriados (Fig. 4B). El cortex está formado por parénquima con esclereidas solitarias o formando grupos de tres capas de células. La peridermis está formada por felodermis, felógeno y súber o corcho. La felodermis está formada de tres a cuatro células alargadas de forma rectangular a cuadrada. El felógeno está formado por una capa de células cuadradas. El súber o corcho está formado por más de 20 células de grosor (Fig. 4D). En la peridermis se distinguen lenticelas.

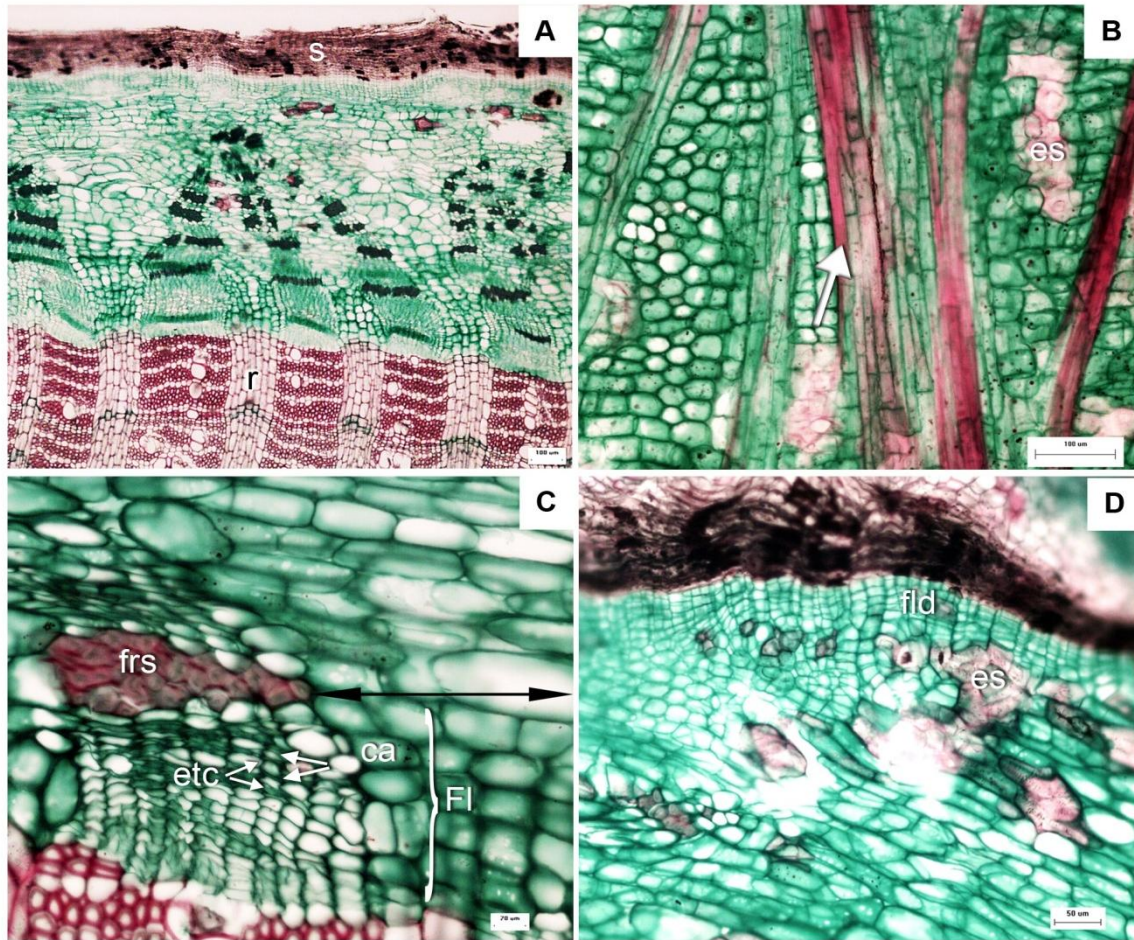


Figura 4. Anatomía de la corteza de *Stenanona flagelliflora*. A) Corte transversal de la corteza, los radios(r) y el súber o corcho (s). B) Corte longitudinal mostrando radios multiseriados y parénquima de 2-4 series (flecha) y esclereidas(es). C) Radios dilatados en el floema (flecha), Floema: elementos de tubo criboso (etc) con células acompañantes (ca) y fibras (frs). D) Peridermis; se observan felodermis (fld), felógeno, súber o corcho (s), y cortex con esclereidas (es). (Escala: A,B= 100 µm, C=20 µm, D=50 µm).

7.2 Arquitectura foliar

Stenanona flagelliflora presenta una hoja simple y entera, la lámina es simétrica, la base es de forma oblonga y el ápice acuminado, el margen entero, la venación secundaria tipo broquidódroma. De la vena media surgen de 6 a 10 venas de cada lado, no ramificadas, unidas en ángulo agudo. La venación terciaria es reticulada (venas terciarias anastomosadas con venas secundarias). Las areolas de la vena terciaria son de forma pentagonal o triangular; ramificadas o curvas. La venación de cuarto y quinto orden presenta areolas pentagonales. El margen de la hoja presenta tricomas simples (Fig. 5).

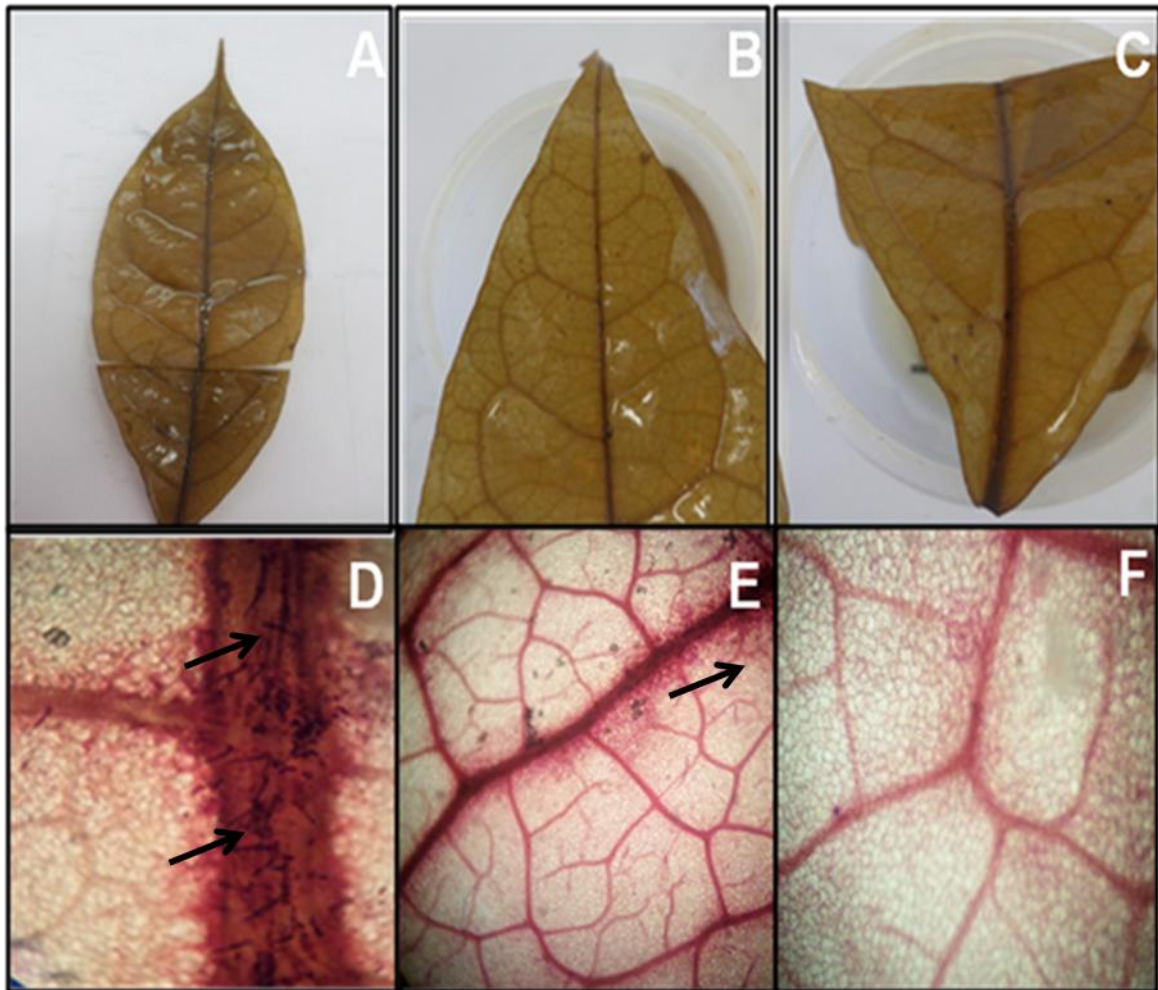


Figura 5. Arquitectura foliar de *Stenanona flagelliflora*. A. Venación broquidódroma, B. Ápice acuminado, C. Base oblonga, D. Vena primaria con tricomas (flecha), E. Venación terciaria. F. Areolas (flecha).

7.3 Anatomía de la lámina foliar y del peciolo

Lámina

Cutícula. La cutícula adaxial y abaxial es lisa.

Epidermis. La epidermis adaxial y abaxial es uniestratificada. Las células de la epidermis adaxial son de forma redondeada, ovalada o cuadrada; mientras que las de la abaxial comúnmente son redondas (Fig.6A-B).

Mesófilo. El mesófilo es bifacial. Se presenta una capa de parénquima en empalizada en la región adaxial. El parénquima esponjoso se presenta en la región abaxial y está conformado por cuatro a ocho capas de células. Las células del parénquima esponjoso tienen forma redondeada de diferentes tamaños, con espacios intercelulares amplios (Fig. 6B).

Tejido vascular. El tejido vascular está formado por 11-15 haces colaterales. Cada haz presenta xilema en la región adaxial y floema en la región abaxial cada haz está rodeado por una vaina de fibras (Fig. 6A).

Vena media. La vena media presenta taninos tanto en la región adaxial como en la abaxial. Además, se distinguen tricomas simples en la región adaxial y cavidades secretoras en ambas regiones. La cutícula en la vena media es similar a la zona laminar, pero las células epidérmicas son pequeñas. El sistema vascular de la vena media se presenta en forma de U y está rodeado por una vaina de fibras perivasculares (Fig. 6C-E). Los elementos de vaso del xilema se presentan en hileras radiales. El floema está constituido por elementos de tubo criboso y células acompañantes. El floema se presenta interrumpido por células de parénquima.

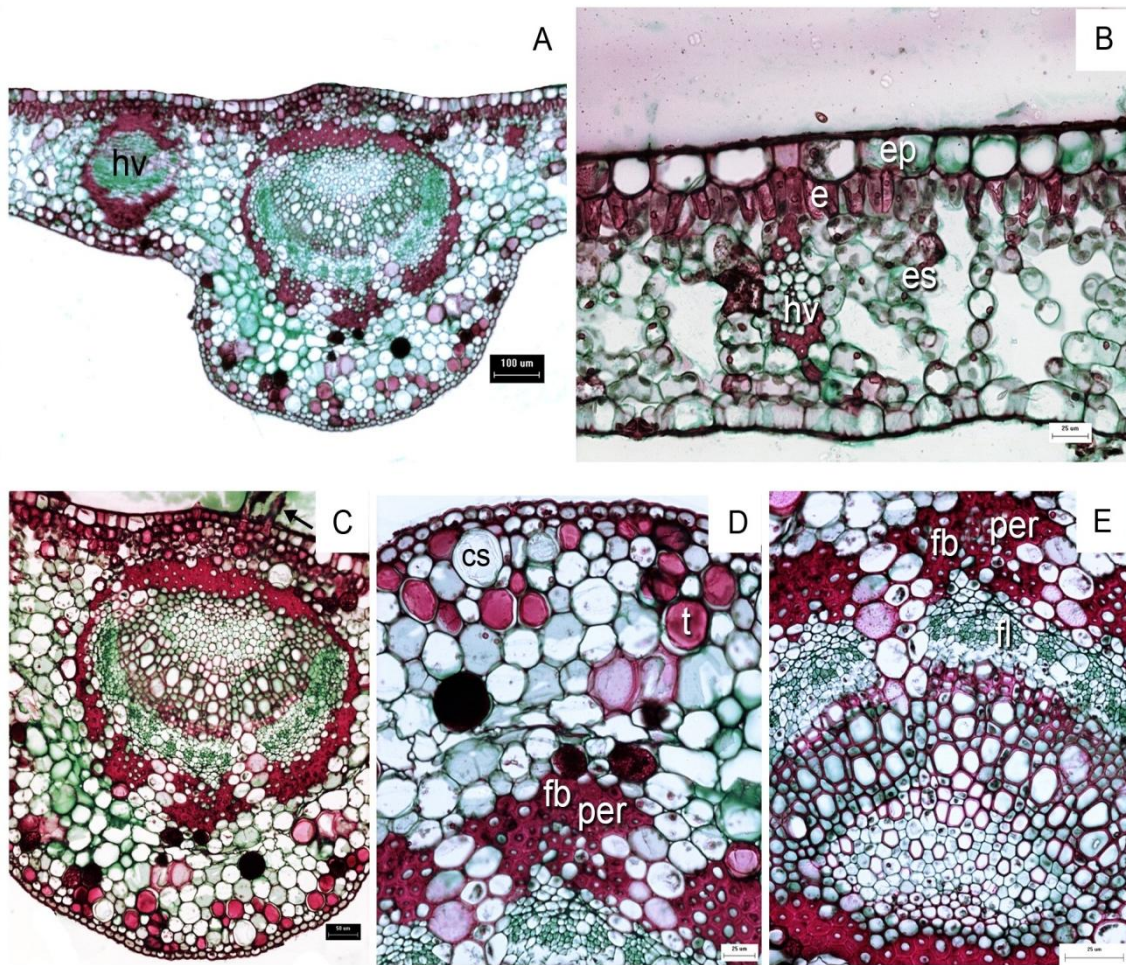


Figura 6. Anatomía de la lámina de *Stenanona flagelliflora*. A) Corte transversal de la vena media y haz colateral (hz). B) Epidermis uniestratificada (ep), una capa de parénquima en empalizada (e), 4-8 capas de parénquima esponjoso (es), y mesófilo con presencia de haces vasculares colaterales (hv). C) Vena media con presencia de tricomas simples en región adaxial (flecha) y sistema vascular en forma de U. D) Region adaxial de la vena media con presencia de taninos (t) y cavidades secretoras (cs). E) Vena media con xilema en vasos en hileras radiales (x), y floema (fl) interrumpido por células del parénquima y fibras perivasculares rodeando al haz (fb per). (Escala: A= 100, B,D,E= 25 µm, C=50 µm).

Peciolo. En corte transversal, es circular o cilíndrica.

Peridermis. Sólo en algunos individuos se observó peridermis. La peridermis está formada por felodermis, felógeno y súber o corcho. La felodermis es de 3 células de grosor y está formada por células de forma rectangular. El felógeno está formado por una o dos capas de células aplastadas. El súber o corcho presenta dos capas de células (Fig. 7A). En la peridermis se pueden encontrar lenticelas y tricomas simples.

Epidermis. La epidermis es simple, de células redondas.

Cortex. El cortex consta de 9 capas de parénquima en el cual pueden presentarse taninos, esclereidas solitarias o agrupadas, cristales (drusas) y células secretoras.

Tejido vascular. El tejido vascular se dispone en un cilindro continuo o cerrado; sin embargo, dos de los siete individuos observados presentan de 3-5 haces vasculares. El xilema tanto del cilindro continuo como de los haces vasculares está dispuesto en hileras radiales. El floema en el cilindro continuo presenta ETC-CA además de dos a tres estratos de fibras que rodean al floema, las fibras presentan de 2 a 3 capas de células (Fig. 7B-C). La médula del cilindro presenta taninos. En los haces vasculares el floema está formado por 9 capas de células, rodeados por una vaina de 6-10 capas de colénquima lagunar. Alrededor del haz se presentan fibras en grupos de 5-8 y esclereidas agrupadas (Fig. 7D).

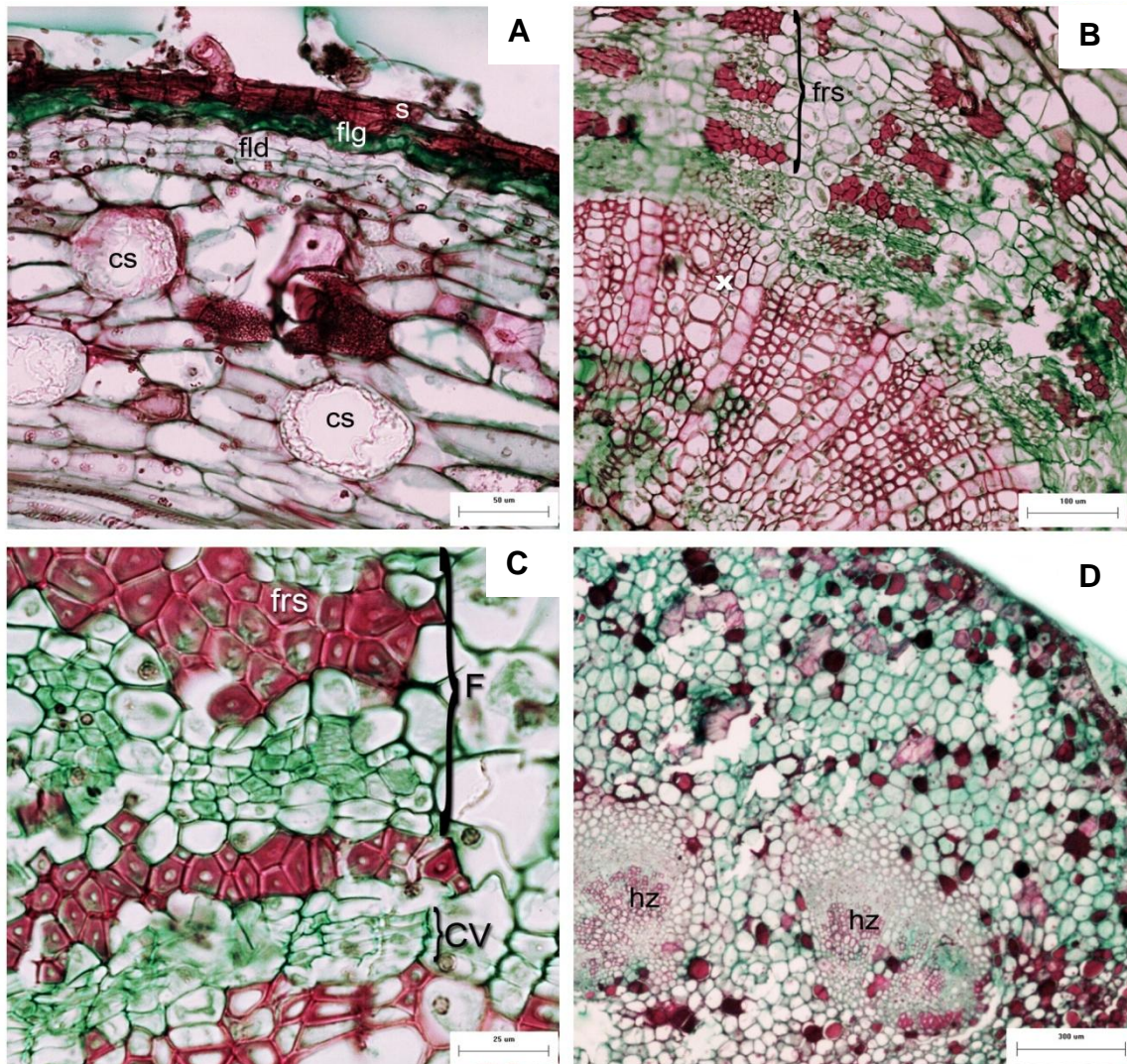


Figura 7. Anatomía del peciolo de *Stenanona flagelliflora*. A) Peridermis consta de felodermis (fld), felógeno (flg) y súber o corcho (s), células secretoras (cs). B) Tejido vascular en un cilindro continuo; xilema dispuesto en hileras radiales (x), fibras que rodean al floema (frs). C) Floema (F) con dos a tres estratos de fibras (frs). D) Tejido vascular con haces vasculares (hz). (Escala: A= 50 µm, B=100 µm, C=25 µm, D=300 µm).

7.4 Anatomía del flagelo

Peridermis. El flagelo de *Stenanona flagelliflora* presenta una peridermis que consta de felodermis, felógeno y súber o corcho. La felodermis consta de 2-3 hileras de células de forma cuadrada a rectangular. El felógeno está conformado por 3 hileras de células y el súber o corcho por 5-8 capas de células en la parte media del flagelo y una capa de células en la parte apical del mismo (Fig. 8A-B).

Cortex. El cortex está formado de 2 a 10 capas de parénquima (Fig.8C). En las células del parénquima existen granos de almidón, taninos y esclereidas solitarias.

Tejido vascular. El xilema secundario tiene porosidad difusa, los vasos son solitarios, biseriados o en hileras radiales (Fig. 8D). Los radios son de 3-4 células de ancho, presentan granos de almidón y se dilatan en el floema. Las fibras presentan de 2-3 capas de células. El parénquima es apotraqueal, de una a dos capas de células (Fig. 8E).

Sobre el floema se presentan tres estratos discontinuos de fibras. Cada fibra tiene de dos a tres capas de células. Entre cada estrato de fibra se encuentran tres capas de floema no colapsado y una capa de floema colapsado (Fig.8F).

La médula puede presentar taninos.

Se realizaron mediciones de fibras y vasos del flagelo, de las cuales existen diferencias entre el diámetro del lumen y el grosor de la pared de los vasos en la parte basal y media del flagelo. Se observó que el diámetro de los vasos del flagelo de la parte basal son más anchos y la pared más gruesa que la parte media (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Medidas del diámetro y pared de fibra y vaso del tallo y del flagelo de *Stenanona flagelliflora*. Encontrando que las medidas del diámetro del lumen y pared del vaso del flagelo son menores respecto a las del tallo.

Estructuras vegetativas	Diámetro del lumen de la fibra (µm)	Pared de la fibra (µm)	Diámetro del lumen del vaso (µm)	Pared del vaso (µm)
flagelo basal	5.70±.41 (0.50-13.22)	3.22±.26 (0.90-9.49)	21.32±.52 (11.07-31.30)	1.74±.05 (0.67-3.43)
flagelo medio	6.65±.44 (0.60-13.54)	2.92±.37 (0.49-12.94)	21.03 ±.53 (11.44-32.81)	1.56±.07 (0.30-2.77)
tallo	7.07 ± .19 (1.44-13.27)	2.00 ± .03 (1.11-3.49)	36.79 ± .61 (17.77-57.51)	2.01 ± .05 (0.60-3.49)

Al comparar los valores del diámetro del lumen y grosor de la pared de los vasos del tallo y del flagelo, se encontró que los vasos del flagelo son menores respecto a los del tallo. Lo mismo sucede con el diámetro del lumen de la fibra del flagelo. Sin embargo, con el grosor de la pared de la fibra del flagelo no sucede lo mismo ya que presenta valores mayores respecto a los del tallo.

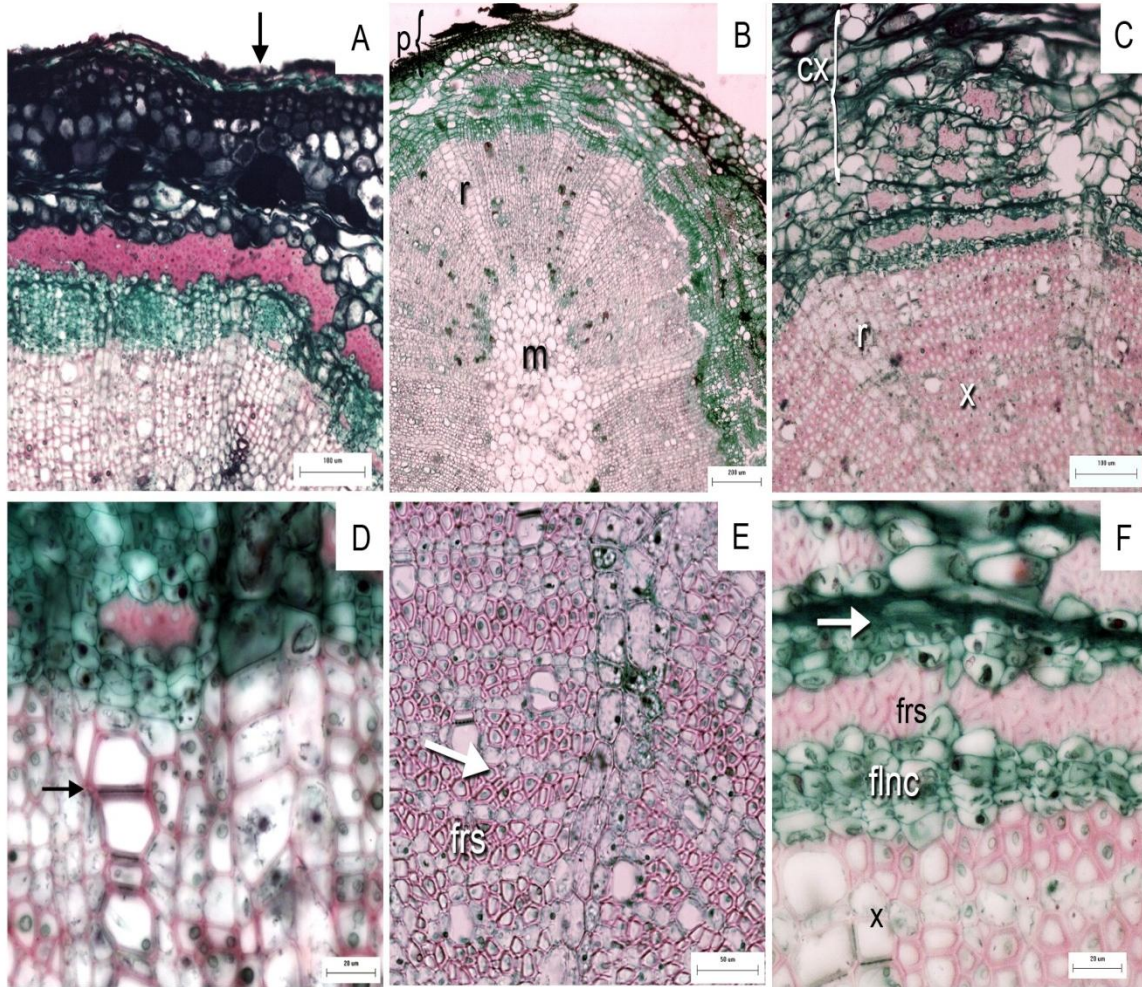


Figura 8. Anatomía del flagelo de *Stenanona flagelliflora*. A-B) Corte transversal del flagelo, en la peridermis (p), súber o corcho (flecha), C) Corte transversal del flagelo, en el cortex (cx) de 2-10 capas de parénquima, D) Xilema con vasos en hileras radiales (flecha), E) Fibras de 2-3 capas de células (frs), parénquima apotraqueal de 1-2 capas celulares (flecha), F) Se observa parte del xilema (x), el floema no colapsado (flnc) y fibras (frs) en bandas. (Escala: A,C= 100 μ m, B=200 μ m, E=50 μ m y D,F=20 μ m).

IX. DISCUSIÓN

9.1 Anatomía del Tallo de *Stenanona flagelliflora*

Se ha estudiado la anatomía de la madera de alrededor de 24 especies de anonáceas pertenecientes a 17 géneros distintos (Welle y Rooden, 1982; Maas *et al.*, 1992; 1993; Chatrou y He, 1999; Yañez-Espinosa y Terrazas, 2001; León, 2003; 2007; Olatunji, 2014). Prácticamente en todos estos estudios se menciona que la madera de la Familia Annonaceae es homogénea, con bandas tangenciales de parénquima axial, porosidad difusa, con vasos solitarios, y con la presencia de células de aceite y canales de resina. Estos caracteres, según Metcalfe y Chalk (1950), agrupan naturalmente a las Annonaceae. Además estos caracteres se mantienen en *Stenanona flagelliflora*.

La presencia de parénquima apotraqueal en bandas tangenciales es un carácter constante en otros géneros de la familia, como *Desmopsis*, *Sapranthus*, *Rollinia* y *Fusaea*; los cuales presentan de 1-2 bandas (Welle y Rooden, 1982; Maas *et al.*, 1992; Chatrou y He, 1999). *Stenanona flagelliflora* tiene el parénquima apotraqueal en bandas tangenciales como se ha descrito para la familia y para estos géneros, lo que indica que este carácter cualitativo de la madera es importante para la taxonomía e identificación de la Familia Annonaceae (Welle, 1984).

Un carácter variable dentro de la Familia Annonaceae es el porcentaje de vasos solitarios. El género *Fusaea* presenta 15-20%, mientras que *Duguetia* 5-40%, *Annona glabra* 49%, y *Rollinia* 50-80% (Chatrou y He, 1999; Maas *et al.*, 2003; Yañez-Espinosa y Terrazas, 2001; Maas *et al.*, 1992). El porcentaje de

vasos solitarios de *Stenanona flagelliflora* es del 61.60%. Este valor la coloca junto con *Rollinia* en los valores más altos reportados para Annonaceae.

Respecto a la cantidad de vasos por mm^2 , en el género *Duguetia* se reportan de 8-50 v/mm^2 , y en *Sapranthus* de 15-53 v/mm^2 . Estos valores son mayores al encontrado para *S. flagelliflora* que es de 1-42 v/mm^2 . Sin embargo el número de vasos por mm^2 encontrado en *S. flagelliflora* es mayor al encontrado en los géneros *Annona*, *Bocageopsis*, *Guatteria*, y *Rollinia* que es de aproximadamente 1-20 vasos/mm^2 (Maas *et al.*, 1992; León, 2003). Esta cantidad de vasos por mm^2 es considerada ventajosa para la conducción segura del agua en situaciones de estrés hídrico o térmico (Medina *et al.*, 2013). Aunque es un carácter bastante variable entre especies e incluso entre individuos de la misma especie (Bolzon de Muniz *et al.*, 2010).

El diámetro, grosor y longitud tanto de fibras como de vasos de *S. flagelliflora* es menor a las reportadas para *Rollinia*, *Fusaea*, *Duguetia*, *Guatteria*, *Xylopia*, *Annona* y *Oxandra* (Maas *et al.*, 1992; Chatrou y He, 1999; Maas *et al.*, 2003; León, 2003; León, 2007). Es una ventaja ya que el presentar vasos de menor longitud confiere una mayor eficiencia en la conducción del agua, además de que los vasos con longitud corta son considerados los más resistentes a causa de la constricción formada por cada pared del vaso (Montaño- Arias *et al.*, 2013). Además, se atribuye esta longitud de vasos y fibras cortos a una condición alométrica entre la altura de los individuos de cualquier especie o género con la longitud, diámetro y grosor de pared de vasos y fibras (Aguilar-Rodríguez, 2001).

Stenanona costaricensis y *S. panamensis* presentan un menor porcentaje de vasos solitarios (11-27%) (Welle y Rooden, 1982) respecto al encontrado en *S. flagelliflora* (61.60%). Sin embargo, las otras características cuantitativas como longitud, diámetro y pared de vasos como de fibras superan los valores encontrados en *S. flagelliflora*. Esto se podría deber a que *S. costaricensis* y *S. panamensis* son árboles de hasta 6 metros de altura, con un diámetro del tronco de 8 cm, mientras que *S. flagelliflora* es un árbol que apenas alcanza los 4.5 m de altura y cuyo diámetro del tronco es de 5 cm.

Según las categorías establecidas por IAWA Committe (1989) y con base a los valores observados; el diámetro del lumen de los vasos de *Stenanona flagelliflora* se ubica en la categoría de vasos muy pequeños ($\leq 50 \mu\text{m}$), la longitud de los elementos de vaso se encuentra en la categoría de cortos a medianos ($< 350-800 \mu\text{m}$); el diámetro de las punteaduras intervasculares tiene la categoría de punteaduras diminutas ($< 4 \mu\text{m}$); y la longitud de las fibras se ubica en la categoría de fibras cortas ($900 \mu\text{m}$). Estas categorías que presenta *S. flagelliflora* no se presentan en otras anonáceas. Sin embargo, sólo la categoría de punteaduras diminutas encontrada para *S. flagelliflora* concuerda con otros géneros como *Desmopsis* y *Sapranthus* ya que también presentan punteaduras menores a $4 \mu\text{m}$.

En cuanto a la anatomía de la corteza, no se conocen descripciones para alguna otra especie del género *Stenanona*. Sin embargo, Yáñez- Espinosa y Terrazas (2001) describen la anatomía de la corteza de *Annona glabra*, con floema no colapsado, y elementos de tubo criboso distribuidos en grupos de 3 a 5 células, formando bandas tangenciales; mientras que el floema colapsado tiene depósitos oscuros y células oleíferas. Por el contrario, en *Stenanona*

flagelliflora, los elementos de tubo criboso en el floema no colapsado son de 5 a 8 células y no forman bandas tangenciales; mientras que el floema colapsado no presenta depósitos, ni células oleíferas. La peridermis de *Annona glabra* y *Stenanona flagelliflora* también presentan diferencias en cuanto a la cantidad de capas que forman a la peridermis; así como la presencia de ritidoma en *A. glabra* y la ausencia en *Stenanona flagelliflora*. Estas diferencias se atribuyen a que el ritidoma que desarrolla *A. glabra* es una adaptación de la corteza a los hábitats inundados (Yañez-Espinosa y Terrazas, 2001).

9.2 Anatomía de la lámina foliar y del peciolo de *Stenanona flagelliflora*

Los caracteres típicos de los géneros de la Familia Annonaceae son los tricomas simples o estrellados, estomas paracíticos o anomocíticos, y epidermis simple (Metcalf y Chalk, 1950; Maas *et al.*, 1992; Chatrou y He, 1999; Hussin *et al.*, 2000; Albarello *et al.*, 2001; Maas *et al.*, 2003). *Stenanona flagelliflora* presentó tricomas simples, estomas paracíticos y epidermis simple, tal y como se ha reportado para los géneros *Rollinia*, *Fusaea*, *Duguetia* y *Xylopia* (Albarello *et al.*, 2001; Chatrou y He, 1999; Justo *et al.*, 2005).

En las hojas de *S. flagelliflora* la cutícula es lisa tanto en la región adaxial como en la abaxial. Esta característica coincide con lo reportado para los géneros *Cyathostemma*, *Ellipeia* y *Uvaria* (Hussin *et al.*, 2000). Por su parte, Almeida *et al.* (2009) registran que la cutícula de las hojas de *Xylopia nitida* es lisa, y la cutícula de *X. benthamii* es lisa solo en la región adaxial; mientras que en la abaxial es estriada. La presencia de cutícula lisa es una característica de especies mesofíticas e hidrófitas o de especies con hojas que requieren la sombra; lo cual coincide con el hábitat de *Stenanona flagelliflora* la cual está

adaptada al sotobosque que es un área que crece más cerca del suelo por debajo del dosel vegetal, esto reduce la radiación solar, como consecuencia, la humedad en el sotobosque es mayor.

Las hojas de *S. flagelliflora* presentan mesófilo bifacial con parénquima en empalizada uniestratificado. Este tipo de mesófilo también ha sido reconocido en las especies *Rollinia mucosa*, *Cyathostema argenteum*, *C. excelsum*, *C. micranthum* y *Uvaria cordata* (Albarello *et al.*, 2001; Hussin *et al.*, 2000). Este mesófilo es propio de hojas aplanadas que se ubican en posición horizontal y reciben la luz en la cara adaxial (Azcon-Bieto y Talon, 2003). Sin embargo, Maas *et al.* (1992; 2003) reportan de 2-3 y de 1-2 capas de parénquima en empalizada, en los géneros *Rollinia* y *Duguetia* respectivamente. Asimismo, Almedia *et al.* (2009) encuentran que el parénquima en empalizada de *Xylopia benthamii* es de 3 capas de células. La cantidad y disposición del parénquima en empalizada define qué tipo de hojas (erguidas o péndulas, xerofíticas o suculentas) puede tener el individuo, aunque la cantidad de capas de parénquima en empalizada puede variar incluso de una hoja a otra dentro del mismo individuo (Azcon-Bieto y Talon, 2003).

La cantidad de capas de parénquima esponjoso es variable entre géneros de la Familia Annonaceae. Por ejemplo, Hussin *et al.* (2000) encuentran para el género *Cyathostemma* de 4 a 5 capas, y para *Ellipeiae* y *Uvaria* de 3 a 4 capas de células. En *S. flagelliflora* se observaron de 4-8 capas. La cantidad de capas del parénquima esponjoso indica un mayor tamaño de espacios intercelulares lo que indica una mejor adaptación para la fotosíntesis (Azcon-Bieto y Talon, 2003; Esau, 1976).

En cuanto a la vena media, en el género *Fusaea* se describe como un anillo continuo de xilema rodeado por una vaina de fibras (Chatrou y He, 1999); mientras que en el género *Rollinia* se describe como un haz vascular en forma de U rodeado de una capa continua o discontinua de fibras (Maas *et al.*, 1992). Esto concuerda con lo encontrado en *S. flagelliflora* ya que al igual que el género *Rollinia* presenta un haz vascular en forma de U. Este haz al igual que *Fusaea* y *Rollinia* está rodeado de una vaina de fibras, esta característica también la presenta *Xylopiá brasiliensis* (Justo *et al.*, 2005). Sin embargo, Esau (2008) menciona que el sistema vascular en la vena media puede formar uno o varios haces. Los haces vasculares pueden disponerse en forma de círculo, de semicírculo o distribuirse irregularmente. Aunque cuando el haz vascular es único, tiene forma de U. Si el haz está rodeado de una vaina de fibras implica que estas fibras están sosteniendo al sistema vascular.

Stenanona flagelliflora presenta cavidades secretoras tanto en la región adaxial como en la abaxial de la vena media. En *Xylopiá nitida* y *X. benthamii* estas cavidades están distribuidas aleatoriamente por el mesófilo y en su interior presentan contenido oleífero (Almeida *et al.*, 2009). Las cavidades secretoras encontradas en *S. flagelliflora* se desconoce si son de naturaleza mucilaginosas, resiníferas u oleíferas. Almeida *et al.* (2009) mencionan que las cavidades secretoras son consideradas como un carácter taxonómico para la distinción de especies.

No existen estudios que indiquen la cantidad de haces colaterales en géneros o especies de la Familia Annonaceae. Almeida *et al.* (2009) describen para *X. benthamii* y *X. nitida* la presencia de haces vasculares sin mencionar la

cantidad de haces colaterales. En la lámina foliar de *Stenanona flagelliflora* se encontró de 11-15 haces colaterales.

Respecto al peciolo, en la mayoría de los géneros de Annonaceae, se presenta solo un haz vascular; sin embargo, el número de haces puede variar entre géneros y especies (Metcalf y Chalk, 1950). El peciolo puede presentar forma cóncava-convexa o en herradura como *Rollinia mucosa* (Albarello *et al.*, 2001), circular o semicircular con tricomas simples como en *Uvaria* (Metcalf y Chalk, 1950; Hussin *et al.*, 2000). La forma del peciolo de *Stenanona flagelliflora* es circular o cilíndrica como en el género *Uvaria*. El cortex del peciolo de *S. flagelliflora* está formado por nueve capas de parénquima y presenta drusas, esclereidas y cavidades secretoras. Estas características son semejantes a lo reportado por Almeida *et al.* (2009) para *Xylopia*. Por su parte Hussin *et al.* (2000) mencionan que el cortex de los géneros *Uvaria*, *Cyathostemma* y *Ellipeia* está formado por 9-25 capas de parénquima con abundantes braquiesclereidas.

El tejido vascular de *Rollinia mucosa* está formado de 3-8 haces, y el de *X. benthamii* y *X. nitida* formado por tres haces parcial o totalmente envueltos en una vaina de esclerénquima (Almeida *et al.*, 2009). En *S. flagelliflora*, se observa la disposición del tejido vascular en un cilindro cerrado o con presencia de 3-5 haces vasculares, tal y como se ha reportado para *Xylopia*, aunque los haces de *S. flagelliflora* están rodeados por una vaina de colénquima y no de esclerénquima y alrededor de los haces se encuentran fibras agrupadas y esclereidas.

9.3 Arquitectura foliar de *Stenanona flagelliflora*

La Familia Annonaceae se caracteriza por presentar hojas alternas, simples, pecioladas, margen entero, venación pinnada, nervadura craspedódroma a broquidódroma, y ausencia de estípulas. Estos caracteres también se presentan en el orden Magnoliales (Hickey, 1973; Kelly, 2000), aunque ciertas familias de este orden pierden las estípulas (Hickey y Wolfe, 1975). Los géneros de Annonaceae presentan venación de tipo broquidódroma aunque en el género *Rollinia* puede variar de broquidódroma a eucamptodroma (Maas *et al.*, 1992, Maas *et al.*, 2003). *Stenanona flagelliflora* mantiene estas características plesiomórficas de las Magnoliales.

Almeida *et al.* (2009) encuentran que la venación de *Xylopiya benthamii* y *X. nítida* es broquidódroma, con 17 y 18 pares de venas secundarias partiendo de la vena primaria respectivamente. Por su parte, el género *Duguetia* presenta de 4-23 venas secundarias, y *Rollinia* de 5-35. Además, las venas de tercer orden de *Rollinia* forman ángulos oblicuos, mientras que en *Xylopiya* la organización es poligonal o alterna. *Stenanona flagelliflora* presenta venación broquidódroma, con 6-10 pares de venas secundarias y la venación de tercer orden es reticulada al igual que en el género *Duguetia* (Maas *et al.*, 1992, 2003; Almeida *et al.*, 2009). Además de que la descripción de la cantidad de venas secundarias es de gran ayuda en trabajos taxonómicos (Hickey, 1975).

9.4 Anatomía del flagelo de *Stenanona flagelliflora*

El fenómeno de flagelifloría se presenta en distintas familias como Achariaceae (*Caloncoba flagelliflora*), Annonaceae (*Duguetia sessilis*, *D. flagellaris*, *D. cadaverica*, *Anaxagorea floribunda*, *Polyalthia flagellaris*, *Hornschuchia*), Fabaceae (*Parkia*) y Bignoniaceae (*Colea*), e incluso en Commelinaceae (*Palisota flagelliflora*) que es una monocotiledónea (Schatz y Wendt, 2004; Maas *et al.*, 2003; Faden, 1995). La flagelifloría al presentarse en distintas familias de plantas que filogenéticamente no están emparentadas es considerado como un proceso de convergencia que tiene que ver con la propagación de la planta. Esto se suma a la función del flagelo que tiene la especie estudiada; ya que autores como Schatz y Wendt (2004) y Faden (1995) mencionan que las ramas flagelifloras generalmente funcionan como un órgano portador de estructuras reproductivas.

Al estudiar la anatomía del flagelo en *Stenanona flagelliflora* se encontró que tiene las características típicas de un tallo de las anonáceas como la disposición del xilema y floema, peridermis, parénquima axial apotraqueal y el parénquima radial con presencia de almidón por lo que la descripción se realizó siguiendo el criterio de Metcalfe y Chalk (1950). Sin embargo, existen ciertas diferencias anatómicas entre el tallo y el flagelo, ya que el flagelo presenta estratos discontinuos de fibras en el floema y el tallo no los presenta. Esto pudiera deberse a que estos estratos de fibras le confieren cierta rigidez al flagelo para soportar las estructuras reproductivas o vegetativas (hoja-pecíolo).

Respecto a los caracteres cuantitativos de la parte basal y media del flagelo, al compararlos hubo diferencias con el diámetro del lumen y grosor de la pared de vasos; esto puede deberse a que en la parte basal el flagelo necesita que el

lumen de los vasos sea más amplio para el transporte del agua y sales minerales sea más rápida, ya que las estructuras vegetativas y reproductivas son abundantes en esta región. También se realizó la comparación de los valores del grosor de la pared de la fibra del flagelo con la del tallo, los valores del flagelo son mayores a diferencia de los valores del tallo. Esta diferencia pudiera deberse a que las fibras de las paredes del flagelo necesitan ser gruesas para el soporte de las estructuras reproductivas.

Por otro lado, es importante mencionar que a pesar de que existen especies y géneros de otras familias diferentes a Annonaceae que presentan flagelo, no existen estudios sobre su anatomía, solo la descripción morfológica. Por lo tanto, la descripción anatómica del flagelo de *S. flagelliflora* que se presenta en este estudio constituye el primer reporte para esta especie, para el género, para la Familia e incluso para todas las flagelifloras.

Existen ciertas características morfológicas que se asocian al fenómeno de flagelifloría como el largo de los pétalos, ya que los géneros de Annonaceas que tienen flagelo sus pétalos no alcanzan una longitud más allá de los 40 mm de largo (Maas *et al.*,2003). En forma particular *Stenanona flagelliflora* presenta pétalos cortos que miden en promedio 10 mm de longitud (13-14mm). Corona (2012) menciona que éste tamaño pequeño es un carácter exclusivo de la especie que se asocia a la flagelifloría ya que sus flores tocan el suelo y se pueden encontrar enterradas, mientras que en otras especies del mismo género los pétalos son más largos y pueden llegar a medir entre 115-130 mm de longitud (*Stenanona tubiflora*). Por otro lado, en la mayoría de especies de la Familia Annonaceae los principales visitantes florales y polinizadores son los escarabajos. *S. flagelliflora* a diferencia de estas especies es visitada por

moscas, thrips y hormigas, lo cual puede estar asociado al tamaño de las flores ya que especies de Annonaceae polinizadas por escarabajos tienen flores más grandes, mientras que las flores pequeñas son polinizadas por otros insectos (Xicohténcatl, 2012).

X. CONCLUSIONES

- *Stenanona flagelliflora* presenta el parénquima apotraqueal en bandas tangenciales, porosidad difusa, y placas de perforación simple; que son características plesiomórficas dentro de la Familia Annonaceae.
- *Stenanona flagelliflora* presenta vasos muy pequeños, longitud de vasos de cortos a medianos, punteaduras intervasculares diminutas y longitud de fibra corta; estas categorías son inferiores a las categorías que presentan otros géneros de la misma familia.
- La anatomía foliar y del peciolo de *Stenanona flagelliflora* es muy similar a la de otros géneros de la Familia Annonaceae, como la venación de tipo broquidódroma, la cutícula lisa, el mesófilo bifacial, el sistema vascular de la vena media en forma de U, la forma del peciolo cilíndrica, el cortex con drusas, las cavidades secretoras y las esclereidas.
- No se reconocieron caracteres apomórficos en las hojas, peciolo y arquitectura foliar.
- La anatomía del flagelo es por primera vez descrita para la especie *Stenona flageliflora*. Presenta las características típicas de un tallo de la Familia Annonaceae.

XI. BIBLIOGRAFÍA

Aguilar- Rodríguez, S. 2001. Anatomía de la madera de *Buddleja* L. y *B. cordata* H.B.K. (Buddlejaceae): un enfoque ecológico- filogenético. Tesis doctorado, Programa de Botánica, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. 131 p

Albarello, N., Figueiredo, S.F .L., Viana, V.R.C. & Neves, L.J. 2001. Anatomía foliar de *Rollinia mucosa* Jacq. Baill.(Annonaceae) sob condições de cultivo in vivo e in vitro. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai* **4**: 35-46.

Almeida, E. F., Potiguara, R. C. de V. y Macedo, G. 2009 Anatomía foliar de espécies de *Xylopia* L. (Annonaceae) ocorrentes no Parque Ecológico de Gunma, Santa Bárbara, Estado do Pará. *Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi Cienc. Nat.*, **4**(2):175-194.

Azcón-Bieto, J y Talón, M. 2003. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Edicions Universitat de Barcelona. España. 522 pp.

Beccari, O. 1871. Illustrazione di nuove o rare specie di piante Bornesi-Anonaceae. *Nuovo Giorn. Bot. Ital.* **3**:177-193.

Botosso, P.C. 1982. Anatomía e Aspectos Filogenéticos do Xilema Secundario de 10 especies de ANNONACEAE do Estado de Santa Catarina. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 263 pp.

Bolzon de Muniz, G.I., S. Nisgosky y M.G. Lomelí–Ramírez. 2010. Anatomía y ultraestructura de la madera de tres especies de *Prosopis* (Leguminosae–

Mimosoideae) del Parque Chaqueño seco, Argentina. *Madera y Bosques* **16**(4):21–38.

Castro, R.J.J. 2007. Cultivo de anona (*Annona cherimola*, Mill). Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José, Costa Rica. 56 pp.

Chatrou, L.W. y He P. 1999. Studies in Annonaceae XXXIII. A revision of *Fusaea* (Baill.) Saff. *Brittonia* **51**(2):181-203.

Corona-Velázquez, T. 2012. Anatomía de las estructuras reproductivas de *Stenanona flagelliflora* (Annonaceae). Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 91 pp.

Cronquist, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press, Nueva York. 1262 pp.

Cruz, L.A.M. 2009. Diversidad alfa, beta y abundancia relativa de vertebrados voladores del ejido Lic. Adolfo López Mateos, Catemaco, Veracruz. Tesina de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. 78 pp.

Dadswell, H.E. 1939. The role of Wood anatomy in forest botany. *Council Scient and Int. Rest.*, **12**(2):137-143.

Esau, K. 1976. Anatomía Vegetal. Ediciones Omega, S. A. Barcelona. pp 779

Faden, R.B. 1995. Palisota flagelliflora (Commelinaceae), a New Species from Cameroon with a Unique Habit. *Novon* **5**(3): 246-251.

Gottwald, H. 1977. The anatomy of secondary xylem and the classification of ancient dicotyledons. *Plant. Syst. Evol.*, Suppl. **1**: 111-121.

Hagemann, W. 1992. "The Relationship of Anatomy to Morphology in Plants: A New Theoretical Perspective". *International Journal of Plant Sciences* 153 (3(2)): 38–48.

Hess, R. 1946. Identification of new world timbers. Part III: Annonaceae. *Tropical Woods* **88**: 13-30.

Heywood, V.H. 1985. Flowering plants of the world. Croom Helm, London, U.K. y Sydney, Australia. 3336 pp.

Hickey, L. J. 1973. Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. *Amer. Jour. Bot.* **60**:17-33.

Hickey, L.J. y Wolfe J.A. 1975. The bases of angiosperm phylogeny: vegetative morphology. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **62**: 538-589.

Hussin, K.H., Samah, N.A. y Mat-Salleh, K. 2000. Comparative leaf anatomy of *Uvaria* Linn., *Cyathostemma* Griff. And *Ellipeia* Hook. F. ET Thomson (Annonaceae) from Malaysia. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, **8**(3):215-224.

IAWA Committee. 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *Int. Assoc. Wood Anatomists Bull. New Series* **10**: 219-332.

IUCN, 2001. The IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Gland, Switzerland, and Cambridge, U.K. IUCN Species Survival Commission.

IUCN, 2014. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. <<http://www.iucnredlist.org>>. Consultado 09 de diciembre de 2014.

Justo, C.F., Soares, A.M., Losada, G.M y Mauro de Castro, E. 2005. Plasticidad anatómica das folhas de *Xylopia brasiliensis* Sprengel (Annonaceae). *Acta Botanica Brasileira* **19** (1): 111-123.

Kelly, L.M. 2000. Flora del Valle Tehuacan-Cuicatlan. Fasciculo 31. Annonaceae Juss. Instituto de Biología, UNAM. 5 pp.

León H. W.J. 2003a. Anatomía de la Madera de 7 especies del género *Annona* L. (Annonaceae). *Revista Pittieria* **32**: 27-36.

León H. W.J. 2003b. Anatomía de la Madera de 12 especies del género *Guatteria* Ruiz y Pav (Annonaceae, Magnoliales). *Revista Forestal Venezolana* **47**:31-41.

León H.W.J. 2007. Anatomía Xilemática de 26 especies de la Familia Annonaceae en Venezuela. *Revista Forestal Venezolana* **51**(2):165-177.

López C.L. 2005. Técnicas para el estudio del desarrollo de Angiospermas. 2º Edición, Facultad de Ciencias, UNAM, pp. 22-39

Maas P. J. M., E. A. Mennega, L. y Westra T.H. 1994. Studies in Annonaceae XXI Index to species and infraspecific taxa of neotropical Annonaceae *Candollea* **49**(2):389-481.

Maas P. J. M., Lubbert Y., Westra Th, Brown K.S., Maas Jr. P.J.M., Welle B.J.H., Webber A.C., Le Thomas A., Waha M., van der Heijden E., Bouman F.,

Cavè A., Leboeuf M., Laprèvote O., Koek-Noorman J., Morawetz W y Hemmer. 1992. *Rollinia*. *Flora Neotropica* **57**: 1-188.

Maas P. J. M., Lubbert Y., Westra Th. y Chatrou L.W. 2003. *Duguetia* (Annonaceae). *Flora Neotropica* **88**: 1-274.

Medina, A. A, Razquin, M., y Andía, I. R. 2013. Estrategia conductiva del leño de *Nothofagus alpina* (Nothofagaceae), cuenca Lacar, Neuquén, Argentina. *Bosque (Valdivia)*, **34**(1), 81-88.

Metcalf, C.R. y Chalk S.L. 1950. *Anatomy of the dicotyledons* Vol. II. Clarendon Press, Oxford.

Miranda F. y Hernández E.X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **28**:29-179.

Moll, J.W. y Jansonius H.H. 1906. *Mikrographie des Holzes der auf Java vorkommenden Baumarten*, pp 106-173, I. Publ. Brill, Leiden.

Montaño- Arias S.A, Camargo- Ricalde S.L., Pérez- Olvera C. P. 2013. Ecoanatomía de los elementos de vaso de la madera de cinco especies del género *Mimosa* (Leguminosae- Mimosoideae). *Botanical Sciences*, **91**(1): 1-10

Morteo, M.O. 2011. Abandono de tierras y el desarrollo de la vegetación secundaria en dos ejidos de la Sierra de Santa Marta. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz.

Murillo, A.J. 2001. Las Annonaceae de Colombia. *Biota Colombiana* **2** (1):49 – 58.

Olatunji, O.A. 2014. Wood Anatomy in Several Genera of Nigerian Annonaceae. *Not. Sci. Biol.* **6**(1):125-130.

Ortiz- Rodríguez, A.E., Schatz, G.E., Licona- Vera, Y., y Ruiz-Sánchez E.2014. A new species of *Stenanona* (Annonaceae) endemic to Chiapas, México. *Botanical Sciences.* **92**(1): 37-41.

Raven, P. H., Evert, R. F. y Eichhorn, S. E. 2005. *Biology of Plants* (7th edition) W. H. Freeman, New York, pg. 9.

Ruzin, S.E. 1999. *Plant Microtechnique and Microscopy.* Oxford University Press. 332 pp.

Schatz, G.E., y Maas, P.J.M. 2010. Synoptic revision of *Stenanona* (Annonaceae). *Blumea* **55**: 205-223.

Schatz, G.E., y Went, T.2004. A New Flagelliflorous Species of *Stenanona* (Annonaceae) From México. With a review of the phenomenon of Flagelliflory. Missouri Botanical Garden. The University of Texas. *Lundellia* **7**:28-38

Solereder, H.1908. *Systematic anatomy of the Dicotyledons.* Oxford, Clarendon Press.1182 pp.

Standley, P.C. 1929. Studies in American Plants. I. *Field Mus. Nat. Hist.* **4 (8)**: 197-299 .

Welle, B. T. y Rooden, J. V. 1982. Systematic wood anatomy of *Desmopsis*, *Sapranthus* and *Stenanona* (Annonaceae) *IAWA Bull.* n.s. **3**: 15-23.

Welle, B.J.H., ter. 1984. Variation and diversity in the Annonaceae. In: Proc. Pacific Regional Wood Anatomy Conf. Sudo, S. (ed.). October 1-7. Tsukuba, Japan. Pp: 144-146.

Wyk, R. V. y Canright, J. 1956. The anatomy and relationships of the Annonaceae. *Tropical Woods* **104**: 1-23.

Xicohténcatl-Lara, L. 2012. Biología Reproductiva de *Stenanona flagelliflora* (Annonaceae). Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 96 pp.

Yañez- Espinosa, L. y Terrazas T. 2001. Variación anatómica en la madera y en la corteza de *Annona glabra* L. bajo inundación. *Agrociencia*, **35**: 51-63.