

CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DE LA HOJA Y EL TALLO DEL SEMERUCO (*Malpighia emarginata* DC) CULTIVADO EN DOS LOCALIDADES DEL ESTADO LARA

Libia E. Laskowski¹

RESUMEN

Se describe la estructura anatómica de la hoja y tallo de *Malpighia emarginata* a partir de muestras provenientes de dos huertos con marcadas diferencias en cuanto a manejo hortícola, precipitación y temperatura promedio anual, ubicados en el estado Lara, Venezuela. Las muestras fueron procesadas según las técnicas tradicionales para inclusión en parafina de tejidos vegetales, realizándose secciones al micrótopo de rotación. La hoja dorsiventral mostró un tipo mesomórfico, con haces vasculares rodeados de vaina parenquimática; estomas paracíticos sólo en la epidermis abaxial, con un índice estomático de 16 % y abundancia de drusas en el parénquima en empalizada. El crecimiento secundario del tallo mostró un tipo xeromorfo, con corcho de origen superficial, felodermis con cloroplastos; floema con abundancia de drusas y xilema secundario caracterizado por poseer matriz fibrilar, vasos solitarios o en múltiples radiales, cortos, de 14 µm de diámetro promedio, moderadamente abundantes y con bajo índice de vulnerabilidad; radios uniseriados a biseriados; parénquima axial paratraqueal escaso y presencia de anillos de crecimiento. Se concluyó que la estructura anatómica general de la hoja y del tallo de *M. emarginata* se preservaron en ambientes menos extremos en cuanto a pluviosidad y temperatura, mostrando la especie una estrategia de xeromorfismo xilemático en el tallo en respuesta a condiciones ambientales de déficit hídrico.

Palabras clave adicionales: Anatomía foliar, anatomía del tallo, anatomía ecológica, acerola

ABSTRACT

Anatomical characteristics of leaves and stem of *Malpighia emarginata* in two orchards of Lara state, Venezuela

The anatomical structure of leaves and stem from *M. emarginata* are described. Samples were collected from two orchards at Lara state, Venezuela, with different horticultural management and environment. Standard procedures of vegetal microtechniques were followed to make sectioning. A common anatomical arrangement was observed. Leaf structure was mesomorphic and the most obvious traits were: leaf dorsiventral; veins with collateral bundles surrounded by a parenchymatous sheath; lower epidermis unilayered with paracytic stomata and 16% stomatic index. Stem anatomy was xeromorphic. Primary growth presented vascular tissue constituting closed cylinder with abundant fibers at the upper phloem. Secondary growth presented cork superficial in origin; felodermis with chloroplasts; abundant drusas in the phloem and xylem characterized by vessels solitary or in radial multiples with a small diameter, short length and low vulnerability index; axial parenchyma paratracheal; rays uniseriate to biseriata and growth ring present. We concluded that *M. emarginata* shows a xeromorphic strategy regarding the xylem as a response to water deficits.

Additional key words: Leaf anatomy, stem anatomy, ecological anatomy, acerola

INTRODUCCIÓN

Malpighia emarginata es una especie neotropical con una amplia distribución en América, desde el norte de México hasta Brasil. Se caracteriza por poseer hábito arbustivo, con ramas largas sobre las cuales se disponen en forma decusada braquiblastos y hojas emarginadas; las flores se agrupan en cimas y los frutos son de tipo

drupa. Se le conoce comúnmente como semeruco, acerola o cereza y es cultivada con fines comerciales por el alto contenido de vitamina C que poseen sus frutos a madurez (Asenjo, 1980; Avilán et al., 1989; Laskowski y Bautista, 1998; Vivaldi, 1979).

Entre los atributos propios de esta especie se encuentra su adaptación a las zonas secas y cálidas, mostrando gran eficiencia en el uso del

Recibido: Enero 10, 2000

Aceptado: Abril 25, 2000

¹ Dpto. de Ciencias Biológicas, Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Apdo. 400. Barquisimeto. Venezuela

agua, por lo que se recomienda su explotación agrícola en las zonas áridas y semiáridas del país (Laskowski y Bautista, 1998; Schnee, 1984).

La adaptación de una especie a un determinado ambiente suele mostrar correlación con la estructura anatómica de algunos órganos por lo que se considera necesario su estudio simultáneo (Lindorf, 1994). En general, se conoce que factores tales como la temperatura, irradiación y la disponibilidad de agua se correlacionan con determinadas características anatómicas de la madera y de la estructura foliar, coincidiendo con tipologías xeromórficas o mesomórficas (Lindorf, 1994; 1998).

En *M. emarginata* se conoce la presencia de caracteres histológicos mesomórficos en la hoja y xeromórficos en el xilema secundario del tallo, en respuesta a condiciones ambientales de escasa precipitación (Muñoz, 1989; Laskowski, 1996; Lindorf, 1998). Sin embargo, para establecer el valor ecológico de un determinado rasgo anatómico se requiere constatar experimentalmente que los caracteres de la especie estén bien expresados y le sean propios (Cutler, 1978). En este sentido, el presente estudio se propone determinar para la hoja y el tallo de *M. emarginata* la estructura histológica general y sus posibles variaciones bajo dos ambientes de cultivo diferentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Vegetal: Se seleccionaron plantas de semeruco con buen grado de uniformidad en cuanto a su vigor y estado sanitario, pertenecientes a huertos ubicados en dos localidades del estado Lara: Bobare y Tarabana. El huerto de Bobare se caracteriza por su condición silvestre, sin manejo hortícola, en un área a 660 msnm con precipitación media anual de 300 mm y temperatura promedio mensual de 28 °C, ubicado en el municipio Aguedo Felipe Alvarado, dentro de la zona árida del estado. El huerto de Tarabana se caracteriza por un manejo hortícola mínimo, el cual incluye: fertilización, poda y riego y se encuentra en un área a 510 msnm, con precipitación media anual de 900 mm y temperatura promedio mensual de 24,5 °C, ubicado en el municipio Palavecino.

De cada una de diez plantas seleccionadas en los huertos se tomaron tres muestras de hojas completamente desarrolladas y seis muestras de tallos (tres en crecimiento primario y tres en crecimiento secundario) y se conservaron en FAA al 90%. Los tallos en crecimiento primario correspondieron a la porción basal del meristema apical del vástago, en ramas del último flujo y los tallos en crecimiento secundario a ramas semileñosas de 1 cm de diámetro, considerando el rápido desarrollo del crecimiento secundario reportado para la especie (Laskowski, 1996; Laskowski y Bautista, 1999).

Para el estudio histológico, las muestras fueron procesadas de acuerdo con las recomendaciones de Roth (1964) para su inclusión en parafina y cortes en micrótomos de rotación, previo ablandado de los tallos duros en una mezcla en partes iguales de peróxido de hidrógeno y ácido acético al 100 % (Azzini et al., 1996).

La caracterización anatómica foliar se basó en la observación al microscopio óptico marca Olympus de dos láminas por muestra con cortes transversales (centro y borde de la lámina) y paradérmicos obtenidos por maceración parcial de la lámina foliar en solución de Jeffrey al 5 %. Se describió la estructura histológica general y se obtuvieron valores promedios para el número de células de parénquima en empalizada y parénquima esponjoso, número de estomas por mm² y cálculo del índice estomático.

La caracterización caulinar se basó en la observación de cortes transversales y longitudinales (tangencial y radial) de 15 láminas por muestras. La descripción incluyó la estructura histológica general del tallo en crecimiento primario y secundario. Para el estudio del xilema secundario se obtuvieron valores promedio de los elementos de los vasos: longitud, diámetro y densidad (vasos/mm²), se calculó el índice de vulnerabilidad (Lindorf, 1994; 1998) y se determinó la densidad y número de células del parénquima radial. Para la descripción de la madera se siguieron las recomendaciones de Pérez Mogollón (1973).

Los rangos anatómicos observados fueron tipificados como xeromorfos o mesomorfos de acuerdo a lo señalado por Eames y Mac Daniels (1947), Esau (1976), Cutler (1978) y Lindorf (1994).

RESULTADOS

Características anatómicas de la hoja

Las muestras de hojas de los dos huertos presentaron características histológicas similares, las cuales se señalan a continuación:

Lámina foliar: En sección transversal presentó una epidermis adaxial de una capa de células grandes, cuadrangulares y tabulares, con gruesa cutícula, ocasionalmente introducidas en el mesófilo. En la epidermis adaxial no se observaron estomas ni tricomas. A continuación, el mesófilo presentó una estructura dorsiventral, con parénquima en empalizada formado por dos a cuatro hileras de células cortas y estrechas y cuatro a seis capas de células de parénquima esponjoso. El mesófilo se observó interrumpido por haces vasculares de tipo colateral, de hasta tres órdenes de complejidad, dispuestos alternadamente. Los haces de primer orden presentaron protoxilema, metaxilema y floema, rodeados de una vaina parenquimática continua de una a dos capas de células. Los haces vasculares de segundo y tercer orden sólo presentaron protoxilema y floema y los envaina una hilera de células. Sobre los haces vasculares se observaron eventualmente cristolitos. La epidermis inferior constó de una capa de células pequeñas, con cutícula evidente y presencia de estomas (Figura 1A). En vista paradérmica, la epidermis abaxial mostró células de paredes suavemente onduladas, pelos unicelulares del tipo malpighiáceo caedizos y estomas tipo paracíticos de 12 a 15 μm de largo y 2 a 3 μm de ancho; con densidad estomática promedio de 132 estomas/ mm^2 e índice estomático promedio de 16% (Figuras 1B y 1C).

Nervio medio: Epidermis superior de una capa de células, isodiamétricas, de tamaño variable, revestidas por una gruesa cutícula. A continuación se presentaron células de colénquima angular y tejido fundamentalmente formado por células parenquimáticas isodiamétricas, de paredes delgadas y con drusas en su interior. El tejido vascular se mostró formado por un haz colateral en forma de arco, con el xilema dispuesto radialmente, alternándose una o dos hileras de vasos con una o dos de fibras. Externamente al xilema se presentaron de 2 a 3 filas de células parenquimáticas esclerosadas, en forma de casquete. El cambium de una fila de células y hacia la cara abaxial, se dispone el floema

formado por 3 a 5 estratos de células con presencia de drusas. La epidermis inferior presentó una capa de células más pequeñas que las de la epidermis superior con cutícula gruesa (Figura 1D).

En general, las muestras del huerto de Bobare no mostraron en la composición y arreglo histológico foliar el grado de xeromorfismo esperado, dadas las condiciones de extrema aridez típica de esa localidad. Por el contrario, los caracteres presentes en las hojas de ambas localidades se correlacionan con ambientes méxicos o xéricos y como tales son agrupados en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Correlaciones eco-anatómicas foliares de *M. emarginata* DC.

Caracteres mesomorfos *	Caracteres xeromorfos *
Hoja dorsiventral	Células del parénquima en empalizada largas y estrechas
Sin pubescencia	Presencia de cutícula gruesa en epidermis superior
Estomas no protegidos	Estomas restringidos a la superficie abaxial
Ausencia de esclerénquima	Desarrollo de vainas vasculares
Abundancia de espacios intercelulares en el mesófilo	Deciduidad bajo extrema sequía

* De acuerdo con: Eames y Mac Daniels (1947); Esau (1976); Cutler (1978); Lindorf (1994).

Características anatómicas del tallo

Las muestras de tallo de los dos huertos presentaron caracteres histológicos similares y se describen a continuación de acuerdo con el estado de crecimiento.

Crecimiento primario: El tallo en corte transversal mostró, de afuera hacia adentro, una epidermis unistrata de células pequeñas; corteza de 6 a 8 capas de células parenquimáticas, isodiamétricas y con abundantes cloroplastos, las cuales limitan internamente con un cordón continuo de grupos de fibras alrededor del tejido conductor. El xilema y el floema se presentaron como un cilindro continuo sin definición de haces. El floema primario posee de 7 a 10 estratos de células en disposición radial, con gran proporción de metafloema y células parenquimáticas que presentaron cristales en forma de drusa en su interior. El xilema primario presentó disposición radial, de forma tal que 1 a 4 filas de elementos de

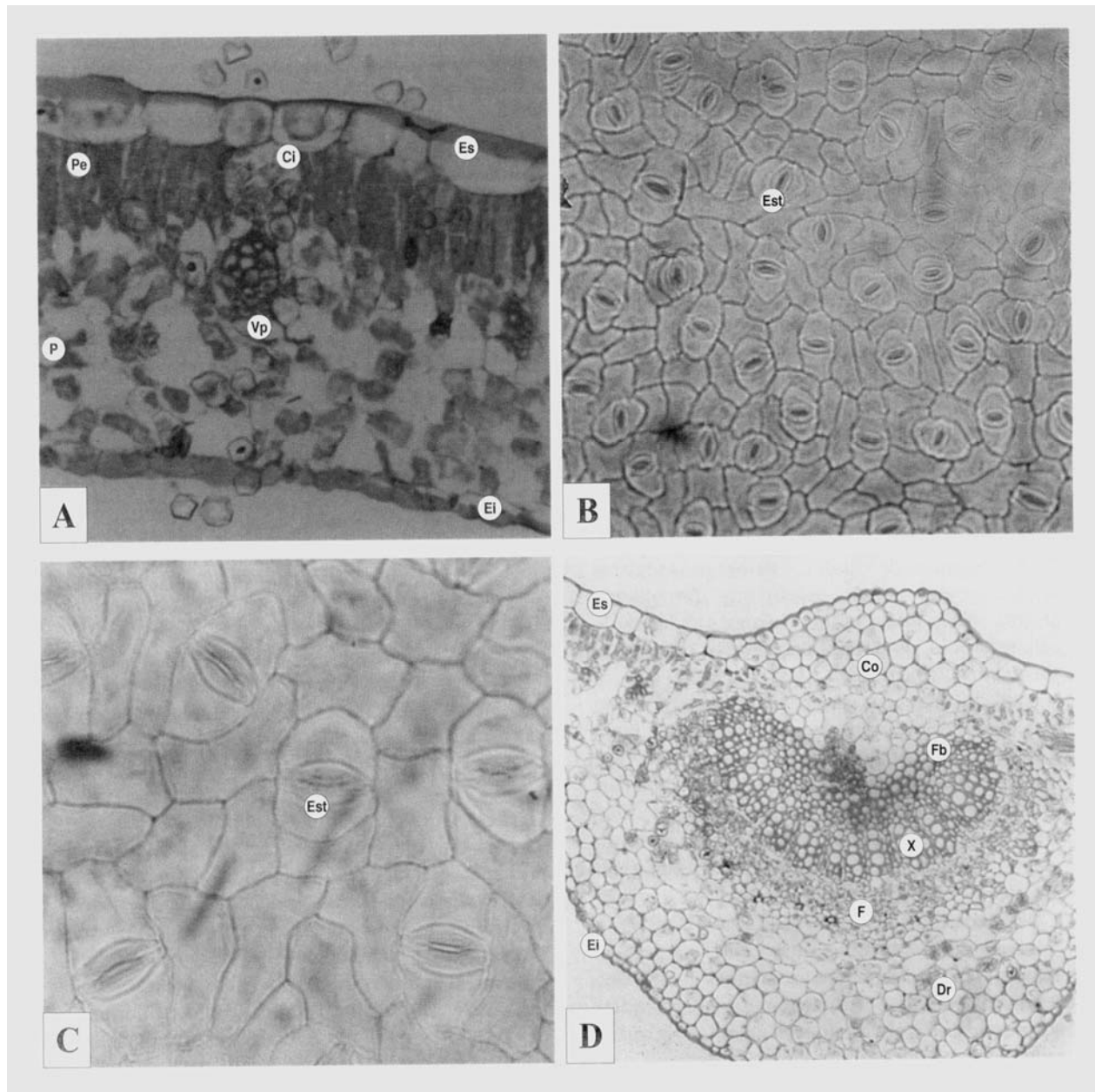


Figura 1. Características anatómicas de la hoja de *M. emarginata*. A. Corte transversal de la lámina. 200x. B. Vista superficial de la epidermis inferior. 100x.. C. Detalle de la epidermis inferior. 400x. D. Corte transversal del nervio medio. 65x. Ci= cistolito; Co= colénquima; Dr= drusas; Es= epidermis superior; Ei= epidermis inferior; Est= estoma; F= floema; Fb= fibras; Pe= parénquima en empalizada; P= Parénquima esponjoso; Vp= vaina parenquimática; X= xilema.

los vasos alternan con 1 a 5 filas de fibras. Tanto el parénquima radial como el axial fueron escasos. Internamente se observó una médula de células parenquimáticas isodiamétricas grandes, de paredes gruesas, incluyendo eventualmente cristales en forma de drusa y con pocos espacios intercelulares entre ellas (Figura 2A).

Crecimiento secundario: En la sección transversal se observó el felema constituido por 4 a 7 estratos de células poco suberizadas dispuestas en filas anticlinales interrumpidas por la presencia de lenticelas. La felodermis presentó 6 a 8 estratos de células parenquimáticas isodiamétricas con presencia de cloroplastos y espacios intercelulares pequeños. A continuación, externos al tejido vascular secundario y en contacto con el floema, se encuentra de manera dispersa agrupaciones de 3 a 4 fibras. El floema secundario está formado por 3 a 5 estratos de tejido y se caracterizó por la abundancia de cristales, tanto en células conductoras como el parénquima (Figura 2B). El xilema secundario se observó formado por filas radiales de vasos, solitarios o múltiples (2-10), las cuales alternan con 2 a 3 hileras de fibras y 1 a 2 hileras de parénquima radial (Figura 2C). Los vasos poseen diámetro promedio de 14 μm , longitud promedio de 150 μm y abundancia de 14 vasos/ mm^2 . Las paredes terminales de los elementos de los vasos son muy inclinadas, punteagudas y presentaron placa de perforación simple. Las fibras son de tipo libriformes, constituyendo el elemento más abundante del xilema secundario, con paredes gruesas y punteaduras simples. El parénquima axial fue escaso, del tipo paratraqueal, formando vainas incompletas de una capa de células. El parénquima radial presentó de 1 a 3 células de ancho y de 6 a 10 células de alto, con una frecuencia promedio de 4 radios/ mm^2 . Las células del parénquima presentaron cristales en forma de rombo en su interior (Figura 2D).

En tallos en crecimiento secundario, provenientes de ambos huertos, se pudo observar la presencia de anillos de crecimiento en el xilema, marcados por la presencia de una menor proporción de vasos, con poros de menor diámetro y por una mayor abundancia de fibras (Figura 2C).

Entre las muestras de tallo de ambas localidades se presentaron algunas diferencias en cuanto a la composición del xilema secundario,

estas, aunque no significativas, constituyen una referencia sobre el grado de variación morfológica probable para estos elementos y se presentan en el Cuadro 2. En este cuadro se puede apreciar que las muestras de Tarabana presentaron en promedio una menor abundancia de vasos y mayor cantidad de parénquima radial que las muestras provenientes de Bobare.

El índice de vulnerabilidad calculado fue igual o menor a uno, con una mayor redundancia de vasos en las muestras provenientes de Bobare.

Cuadro 2. Comparación cuantitativa de caracteres anatómicos del xilema de *M. emarginata* DC proveniente de dos localidades.

	Bobare	Tarabana
Diámetro de los vasos (μm)	14 (10-17)	15 (10-18)
Longitud de los vasos (μm)	140 (120-160)	155 (120-175)
Abundancia (vasos/ mm^2)	16 (14-18)	14 (13-16)
Índice de vulnerabilidad	0,88	1,0
Radios/ mm^2	3 (2-6)	5 (3-6)

Valores mínimos y máximos en paréntesis

DISCUSIÓN

La estructura anatómica foliar observada coincidió con las características generales de las hojas de la familia Malpighiaceae (Metcalf y Chalk, 1950) y con las señaladas por Muñoz (1989) para la especie.

La presencia de caracteres foliares tanto mesomórficos como xeromórficos indican la existencia de otras alternativas de adaptación de la especie a situaciones de déficit hídrico y altas temperaturas, las cuales pueden ser de tipo fisiológico o caducifolio en casos de extrema sequía, como el reportado en plantas cultivadas en Bobare (Laskowski, 1996).

El índice estomático promedio y el tamaño de los estomas en ambas localidades son menores que los reportados por Siddique y Ahmad (1977) para la especie. En este sentido, Schoch et al. (1980) señalan que el índice estomático es una función del total de la radiación recibida y de las variaciones que ésta experimenta durante los días precedentes a la diferenciación de los estomas en la hoja.

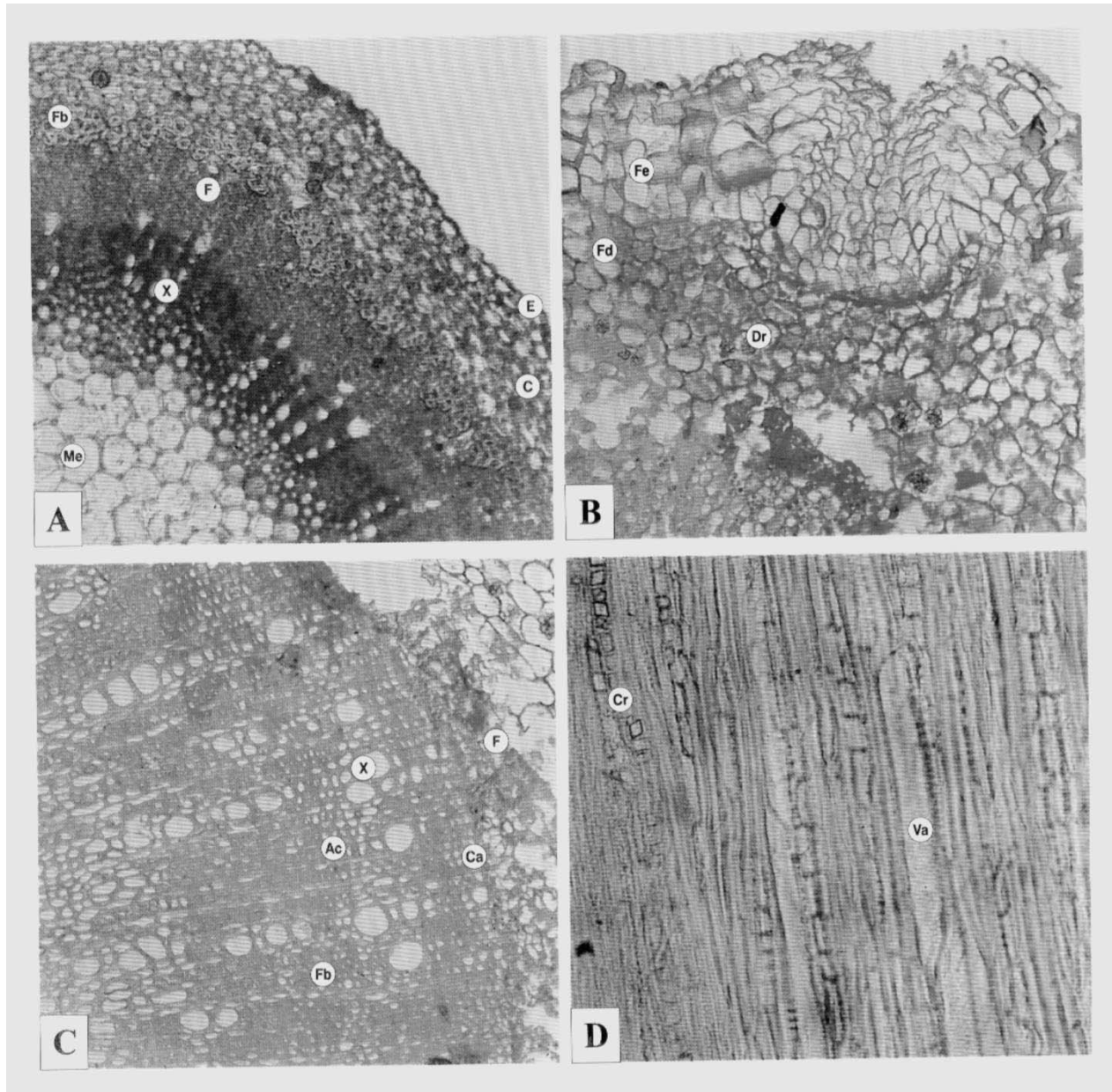


Figura 2. Características anatómicas del tallo de *M. emarginata*. A. Corte transversal del tallo en crecimiento primario. 65x. B. Corte transversal con detalle de la corteza del tallo en crecimiento secundario. 65x. C. Detalle del xilema secundario en corte transversal. 100x. D. Xilema secundario en corte tangencial. 160x. Ac= anillo de crecimiento; E= epidermis; C= corteza; Ca= cambium vascular; Cr= cristal; Dr= drusas; F= floema; Fe= felema; Fd= felodermis; Fb= fibras; Me= médula; Va= vaso; X= xilema.

En consecuencia, estas características pueden considerarse más como representativas de la adaptación al medio ambiente de la planta que como un rasgo constante de valor taxonómico.

Entre los caracteres observados en el semeruco considerados propios de plantas xeromorfas son relevantes la presencia de una epidermis de células grandes con posible función de almacenamiento de agua, la concentración de estomas en la cara abaxial y la presencia de vainas vasculares alrededor de los haces en el mesófilo, las cuales aumentan la translocación lateral y son características de las especies deciduas (Eames y Mac Daniels, 1947; Schoch et al., 1980; Wylie, 1951).

En relación a la histología general del tallo de *M. emarginata*, se observaron rangos característicos del género *Malpighia* (Metcalfé y Chalk, 1950), como lo son el corcho de origen superficial, presencia de grupos de fibras en la corteza y estructura general del tejido vascular primario y secundario; sin embargo, las muestras estudiadas presentaron en el xilema secundario vasos de menor diámetro, más cortos y menos abundantes que los reportados tanto para el género como para la especie (Metcalfé y Chalk, 1950; Lindorf, 1994). Esta circunstancia pone en evidencia que la utilización de caracteres cuantitativos en el xilema puede ser de poca validez para la identificación de una especie, ya que éstos varían de acuerdo con el medio ambiente donde crece la planta y el estado de crecimiento de la misma (Metcalfé y Chalk, 1979).

En general, la estructura anatómica caulinar de *M. emarginata* mostró una gran adaptación al ambiente xérico, con una felodermis fotosintetizante, abundancia de fibras, presencia de vasos cortos en el xilema, diámetro pequeño y moderadamente abundantes, índice de vulnerabilidad igual o menor a 1, agrupamiento de los vasos; médula con posible función reservante de agua y abundancia de cristales de oxalato de calcio (Eames y Mac Daniels, 1947; Esau, 1976; Carlquist, 1977; Lindorf, 1998; Web, 1999).

La presencia de numerosos vasos cortos y de diámetro estrecho constituyen una respuesta ante el déficit hídrico, evitando los problemas de embolismo que bloquean la conducción del agua. Los bajos valores del índice de vulnerabilidad

indican una “redundancia” de vasos, es decir, una mayor seguridad en la conducción del agua como adaptación a condiciones xéricas (Carlquist, 1977; Lindorf, 1994; 1998).

Las diferencias encontradas en el xilema secundario entre los especímenes de las dos localidades mostraron una tendencia hacia la proliferación del parénquima y disminución del número de vasos como consecuencia de una mayor disponibilidad de agua.

En comparación con la anatomía de la raíz (Laskowski y Bautista, 1999), en el tallo de *M. emarginata* se observaron grandes similitudes en el arreglo histológico con soluciones anatómicas adaptadas al ambiente xérico.

De acuerdo con Web (1999), la acumulación de abundantes cristales de calcio en forma de drusas solitarias constituye un carácter de valor taxonómico y posee entre otras, función de refuerzo estructural de las paredes celulares y elemento osmótico.

La presencia demostrada de anillos de crecimiento en *M. emarginata* constituye el primer reporte para el género y su presencia puede responder a la alternancia de épocas de sequía y lluvia, como un indicador muy sensible a las condiciones ecológicas por parte del xilema, tal como lo señala Carlquist (1977).

CONCLUSIONES

La hoja y el tallo de *M. emarginata* conservan su estructura anatómica en ambientes que difieren en cuanto a pluviosidad y temperatura.

La anatomía foliar presentó rasgos correlacionados tanto en ambientes méxicos como en ambientes xéricos.

La anatomía caulinar mostró una tipología xeromorfa como adaptación a las condiciones de déficit hídrico.

AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT) de la Universidad Centrocidental Lisandro Alvarado, ente financiero de este proyecto. A la profesora María E. Sanabria, responsable del Laboratorio de Microtecnia del Posgrado de Fitopatología del Decanato de Agronomía, UCLA, por facilitar los equipos utilizados en este estudio.

LITERATURA CITADA

1. Asenjo, C. 1980. Acerola. In: E. Shaw (ed.) Tropical and Subtropical Fruits. AVI. Publishing. Westport, Connecticut. pp. 341-374.
2. Avilán, L., F. Leal y D. Bautista. 1989. Manual de Fruticultura. Editorial América. Caracas.
3. Azzini, A., R. M. Araujo, A. Costa y T. Valle. 1996. Caracterización Tecnológica de Caules de Cuatro Variedades de Mandioca como Fuente de Fibra Celulósicas para papel. Bragantia. 55 (2): 293-297.
4. Carlquist, S. 1977. Wood anatomy of the Themnaceae: Phylogenetic and Ecological Implications. Amer. J. Bot. 64(6): 704-713.
5. Cutler, D. 1978. Anatomía Vegetal Aplicada. Longman, Londres.
6. Eames, A. y L. Mac Daniels. 1947. An Introduction to Plant Anatomy. 2ed. McGraw Hill Book Company. N. Y.
7. Esau, K. 1976. Anatomía Vegetal. Editorial. Omega, Barcelona.
8. Laskowski, L. 1996. Selección, propagación y anatomía del semeruco. Tesis de grado. Posgrado de Horticultura. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto. 179 p.
9. Laskowski, L. y D. Bautista. 1998. Evaluación de características vegetativas, productivas y de calidad de las frutas de plantas de semeruco cultivadas en zonas áridas. Agronomía Tropical 48 (3): 239-250.
10. Laskowski, L. y D. Bautista. 1999. Secuencia de aparición y características anatómicas de las raíces adventicias del semeruco bajo dos tratamientos de AIB. Bioagro 11(3):88-96.
11. Lindorf, H. 1994. Eco-anatomical wood features of species from a very dry tropical forest. IAWA Journal 15 (4): 361-376.
12. Lindorf, H. 1998. Correlaciones eco-anatómicas entre la madera y la hoja. Memoria del Instituto de Biología Experimental vol. 1:209-212.
13. Metcalfe, C. y L. Chalk. 1950. Anatomy of the Dicotyledons. Vol. 1. Clarendon Press, Londres.
14. Metcalfe, C. y L. Chalk. 1979. Anatomy of the Dicotyledons. 2da Ed. Vol. 1 Clarendon Press, Londres. 581 p.
15. Muñoz, D. 1989. Características morfoanatómicas foliares de especies del semiárido en el Departamento Vargas. Tesis de grado. Fac. Humanidades y Educación. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas. 162 p.
16. Pérez Mogollón, A. 1973. Estructura anatómica de 37 maderas de la Guayana Venezolana y claves para su identificación. Acta Botánica Venezolana 8 (1-4): 9-109.
17. Roth, I. 1964. Microtecnia Vegetal. Ediciones de la Biblioteca. Imprenta Universitaria, Universidad Central de Venezuela. Caracas 88 p.
18. Schnee, 1984. Plantas comunes de Venezuela. Rev. Fac. Agronomía. Alcance N° 3. Maracay, Venezuela. 663 p.
19. Schoch, P., C. Zinsou y M. Sibi. 1980. Dependence of the stomatal index on environmental factors during stomatal differentiation in leaves of *Vigna sinensis* L. Jour. Exp. Bot. 31 (124): 1211-1216.
20. Siddique, S. y R. Ahmad. 1977. Epidermal studies of some Malpighiaceae. Plant Sci. 9:37-39.
21. Vivaldi, J. 1979. The systematic of *Malpighia* L. Thesis for degree of Doctor of Philosophy. Fac. of Graduate School of Cornell University. N.Y. 259 p.
22. Web, M. 1999. Cell mediated crystallization of calcium oxalate in plants. The Plant Cell. vol. 11:751-761.
23. Wylie, R. 1951. Principles of foliar organization show by sun-shade leaves from ten species of deciduous dicotyledonous trees. Amer. J. Bot. 39: 645-651.