

Anatomía foliar de *Ficus maroma* (Moraceae) y análisis de hojas expuestas a la contaminación atmosférica en la provincia de Tucumán (Argentina)

Cabrera, Cecilia N.¹; Graciela A. Gelsi¹; Patricia L. Albornoz¹⁻² y Marta E. Arias¹

¹ Cátedra Anatomía Vegetal, Facultad Ciencias Naturales e IML, UNT. Miguel Lillo 205 (4000). Tucumán. arias@csnat.unt.edu.ar

² Instituto de Morfología Vegetal, Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251 (4000). Tucumán.

► **Resumen** — Cabrera, Cecilia N.; Graciela A. Gelsi; Patricia L. Albornoz; Marta E. Arias, 2009. "Anatomía foliar de *Ficus maroma* (Moraceae) y análisis de hojas expuestas a la contaminación atmosférica en la provincia de Tucumán (Argentina)". *Lilloa* 46 (1-2). El objetivo del trabajo fue estudiar la anatomía foliar y analizar los caracteres histológicos en hojas expuestas y no expuestas a la contaminación atmosférica. Las muestras fueron colectadas de ejemplares del Jardín Botánico de Fundación Miguel Lillo, Tucumán. Para el estudio anatómico se emplearon técnicas histológicas convencionales en hojas frescas y fijadas en FAA. La epidermis adaxial es pluriestratificada y la abaxial uniestratificada; los tricomas son glandulares con pie bicelular y cabeza pluricelular. Lámina dorsiventral, hipostomática, estomas tipo actinocíticos y cicloclíticos. Presencia de cistolitos, drusas y cristales cúbicos. Pecíolo subcircular con tricomas simples, colénquima subepidérmico y tres haces vasculares bicolaterales en porción media. Según el análisis estadístico los caracteres que mostraron cambios significativos fueron: aumento del grosor de la cutícula en epidermis adaxial, espesor del tejido en empalizada y mayor densidad estomática, en hojas expuestas a la contaminación. Se caracteriza la anatomía foliar de *F. maroma* y podría considerarse a esta especie como bioindicadora de la contaminación atmosférica.

Palabras clave: Anatomía foliar, contaminación atmosférica, *Ficus maroma*, Moraceae.

► **Abstract** — Cabrera, Cecilia N.; Graciela A. Gelsi; Patricia L. Albornoz; Marta E. Arias, 2009. "Leaf anatomy of *Ficus maroma* (Moraceae), and analyse of exposed leaves to environmental pollution in the province of Tucumán (Argentina)". *Lilloa* 46 (1-2). This paper describes the leaf anatomy of *F. maroma* and analyses the changes in exposed leaves to environmental pollution. Fresh material was fixed in FAA. Conventional histological techniques were used. The leaf is dorsiventral and hypostomatic. Adaxial epidermis is pluriestratified and the abaxial is uniestratified. Trichomes are single and glandular. Stomata are actinocytic and cyclocytic type. Cystalits, druses and cubics crystals are present. Petiole subcircular exhibit tree bicollateral vascular bundles. According to statistics analysis, exposed leaves to atmospheric pollution show changes anatomical. It characterizes the leaf anatomy of *F. maroma* and could be considered this species as bioindicator of environmental pollution.

Keywords: Leaf anatomy, atmospheric pollution, *Ficus maroma*, Moraceae.

INTRODUCCIÓN

Ficus L., es el género más abundante e interesante de las Moráceas. Actualmente se conocen más de 1000 especies distribuidas en los cinco continentes de las 600 citadas previamente por Engler (1889). En América se encuentran 150 especies que se extienden desde el sur de los Estados Unidos hasta la

República Argentina, habitan en las provincias fitogeográficas de Las Yungas y Paranaense; dentro del dominio Amazónico. En este continente son comunes los "estranguladores" del subgénero *Urostigma* y los grandes árboles del subgénero *Pharmacosycea*; ambos representados en Argentina (Vazquez Avila, 1981).

En nuestro país se encuentran 7 especies de *Ficus* (Vásquez Ávila, 1999). *F. oblanceolata* Rusby, fue la primera especie citada por Hau-

man (1925) para el NOA. Más tarde, Castellanos (1944) en base a las observaciones realizadas en ejemplares provenientes del noroeste argentino determinó que la especie mencionada por Hauman, quien trabajó con material estéril, corresponde a *F. maroma* Castell. Esta especie pertenece al subgénero *Urostigma* (Gasp.) Miq., es nativa de las provincias de Salta y Jujuy, se encuentra además en Bolivia. Habita preferentemente en quebradas húmedas, cauces de ríos y arroyos, crece entre los 500 y 1500 msnm (Vazquez Avila, 1981; Zuloaga y Morrone, 1999). *F. maroma* es un árbol epifito, orófilo, estrangulador, de más de 20 m de altura, de copa amplia y follaje denso, corteza lisa de color blanca-grisácea. Es conocido vulgarmente como “maroma”, “gomillo”, “palo bochinche”, “aguaray” (Vazquez Avila, 1981).

Esta especie tuvo importancia económica, durante la crisis de los años 1944 y 1945, debido a la posibilidad de extracción de caucho de la misma, sumado a la importante información relacionada con el sistema de polinización, morfología y fisiología del sicono, aspectos que fueron de gran aporte a la sistemática del género (Vazquez Avila, 1981). En el documento preliminar del Proyecto “Alto Bermejo” (<http://www.proyungas.org.ar/>) se cita a *F. maroma* como especie consumida por aves y murciélagos.

Existen antecedentes morfológicos, anatómicos, citológicos y medicinales para la familia y diferentes especies del género *Ficus* (Solereeder, 1908; Condit, 1928, 1933, 1964; Metcalfe y Chalk, 1950; Font Quer, 1978; Martínez Crovetto, 1981; Vázquez Ruiz *et al.*, 2002). Antecedentes para *F. maroma* son referidos a la morfología (Castellanos, 1944; Vazquez Avila, 1981). No se registra información a cerca de la anatomía foliar de *F. maroma*.

En relación con la contaminación ambiental Dalmasso *et al.* (1997) mencionan que el follaje de los vegetales cumple un importante papel como receptor del polvo atmosférico y se ha comprobado que sirve como parámetro de referencia sobre el grado de contaminación del aire. En numerosas especies estudiadas se observó alteraciones

estructurales en la hoja, entre las que se mencionan obturación de estomas, reducción de la fotosíntesis y el crecimiento, causadas por el efecto perjudicial de los contaminantes atmosféricos (Inamdar y Chaudhari, 1984; Batti e Iqbal, 1988; Silva *et al.*, 2000; Moraes *et al.*, 2000; Sant’anna-Santos *et al.*, 2006; Stiefkens *et al.*, 2007; Bruno *et al.*, 2007).

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la anatomía foliar en *F. maroma* y analizar los caracteres histológicos, comparativamente, en hojas expuestas y no expuestas a la polución ambiental.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material estudiado fue colectado de ejemplares cultivados en el Jardín Botánico de Fundación Miguel Lillo, Tucumán. De los cuales uno de ellos se ubica en la periferia del jardín, expuesto a sustancias emanadas por el tránsito vehicular permanente; el mismo presenta en la mitad de su copa hojas con una notable película negra en la superficie adaxial, en tanto que en la otra mitad las hojas se encuentran totalmente limpias. Se tomo como testigo un ejemplar que se encuentra en la parte más interna del jardín, en el que sus hojas no presentan dicha película. Cabe destacar que estos dos individuos son los únicos que se encuentran en la provincia. Se trabajó con hojas frescas y fijadas en FAA. Para la obtención de epidermis se utilizaron las técnicas de Metcalfe o de “raspado” y método químico con hidróxido de potasio al 5 %. Los diafanizados se realizaron según la técnica de Dizeo de Strittmater y cortes transversales mediante la técnica de “mano alzada” (D’Ambrogio, 1986). Las tinciones empleadas fueron azul de toluidina, fast-green, safranina, verde de malaquita, azul de anilina, azul de algodón y azul cresilo brillante. Las observaciones se realizaron en lupa (Olympus), microscopio óptico (Zeiss) y de luz polarizada (Enosa). Las fotos fueron tomadas con cámara digital (Canon A 620 Power Shot con 7,1 MP), incorporada a microscopio Carl Zeiss (Axiostar plus).

En la clasificación de los tipos de estomas se utilizó la terminología propuesta por

Van Cotthem (1970), se determinó el valor promedio del tamaño de estoma y la densidad de los mismos por mm².

Para la caracterización de la nerviación de la lámina se utilizó la terminología propuesta por Hickey (1974).

Las variables anatómicas que se consideraron para comparar estadísticamente las diferencias foliares entre hojas expuestas y no expuestas a la polución fueron: el espesor de la cutícula en superficie adaxial, el espesor del parénquima en empalizada, el área de estomas y la densidad estomática. Se utilizó la prueba No paramétrica de Student, para 2 muestras independientes (Zar, 1996). El tamaño de la muestra n=15, corresponde al número de hojas por cada individuo.

Se destaca que no se realizaron análisis para la determinación de los elementos químicos presentes en hojas expuestas a la polución.

MATERIAL ESTUDIADO

Ejemplares del material estudiado fueron herborizados y depositados en el herbario de Fundación Miguel Lillo (LIL).

F. maroma Castell.: Argentina, Tucumán. Dpto. Capital, Jardín Botánico de la Fundación Miguel Lillo, 450 msnm, 29-VIII-2005, Cabrera y Gelsi 1; *ibid.*, 20-VI-2008, Cabrera y Gelsi 2.

RESULTADOS

ARQUITECTURA FOLIAR

La hoja es largamente peciolada, con lámina elíptica de margen entero, de ápice agudo y acuminado, con la base redondeada. La venación es pinnada, camptódroma, broquidódroma. La vena primaria (1°) de recorrido derecho no ramificado. Las venas secundarias (2°) de grosor moderado, de recorrido curvado abruptamente, con ángulo de divergencia agudo, las ramificaciones de las venas forman ojales. Las venas intersecundarias son compuestas. Las venas intramarginales se encuentran formadas por la unión de las venas secundarias. Las venas terciarias (3°) presentan un modelo percurrente con recorrido bifurcado. Las venas cuaternarias (4°) y quin-

quenarias (5°) son finas de trayectoria ortogonal. La venación última es marginal ojalada (Fig. 1A). Las areolas están bien desarrolladas, de forma penta-poligonal, con disposición orientada. Las vénulas son ramificadas 1 a 3 veces. El último orden de venación es el sexto (Fig. 1B).

ANATOMÍA DE LA LÁMINA

En vista superficial ambas epidermis presentan células isodiamétricas a rectangulares con paredes rectas a curvas, las paredes de la superficie abaxial son más engrosadas; la cutícula se encuentra estriada principalmente alrededor de los estomas y cistolitos; en este último las células epidérmicas se disponen radialmente (Fig. 1C y D).

Los estomas se encuentran en la epidermis abaxial y son de tipo actinocítico y cicloclítico; se observan estomas gigantes que se ubican al nivel de la nerviación, y estomas contiguos (Fig. 1E-H).

Los tricomas se disponen en la superficie abaxial, son de tipo glandular con cabeza elipsoidal, pluricelular con paredes transversales y longitudinales con pie bicelular, alrededor del cual las células epidérmicas se disponen radialmente (Fig. 1I).

En sección transversal la lámina es dorsiventral, hipostomática. La epidermis adaxial esta formada por 2 (3) capas de células; en el estrato superior las células son de menor tamaño, la cutícula es gruesa. La epidermis abaxial es uniestratificada, con cutícula delgada. En el mesófilo, el parénquima en empalizada esta formado 2 (3) estratos de células; este empalizada a la altura de los nervios secundarios, únicamente, se dispone de modo equilateral, presentando 3 estratos hacia el lado adaxial y 1 estrato de parénquima en el lado abaxial, en este último las células se disponen laxamente. El parénquima esponjoso posee de 4 (5) estratos de células (Fig. 1J). Los estomas se ubican al mismo nivel que el resto de las células epidérmicas o bien pueden estar levemente sobreelevados (Fig. 1K).

El nervio medio tiene una estructura compleja en cuanto a la disposición de los componentes del sistema de conducción; el floema se

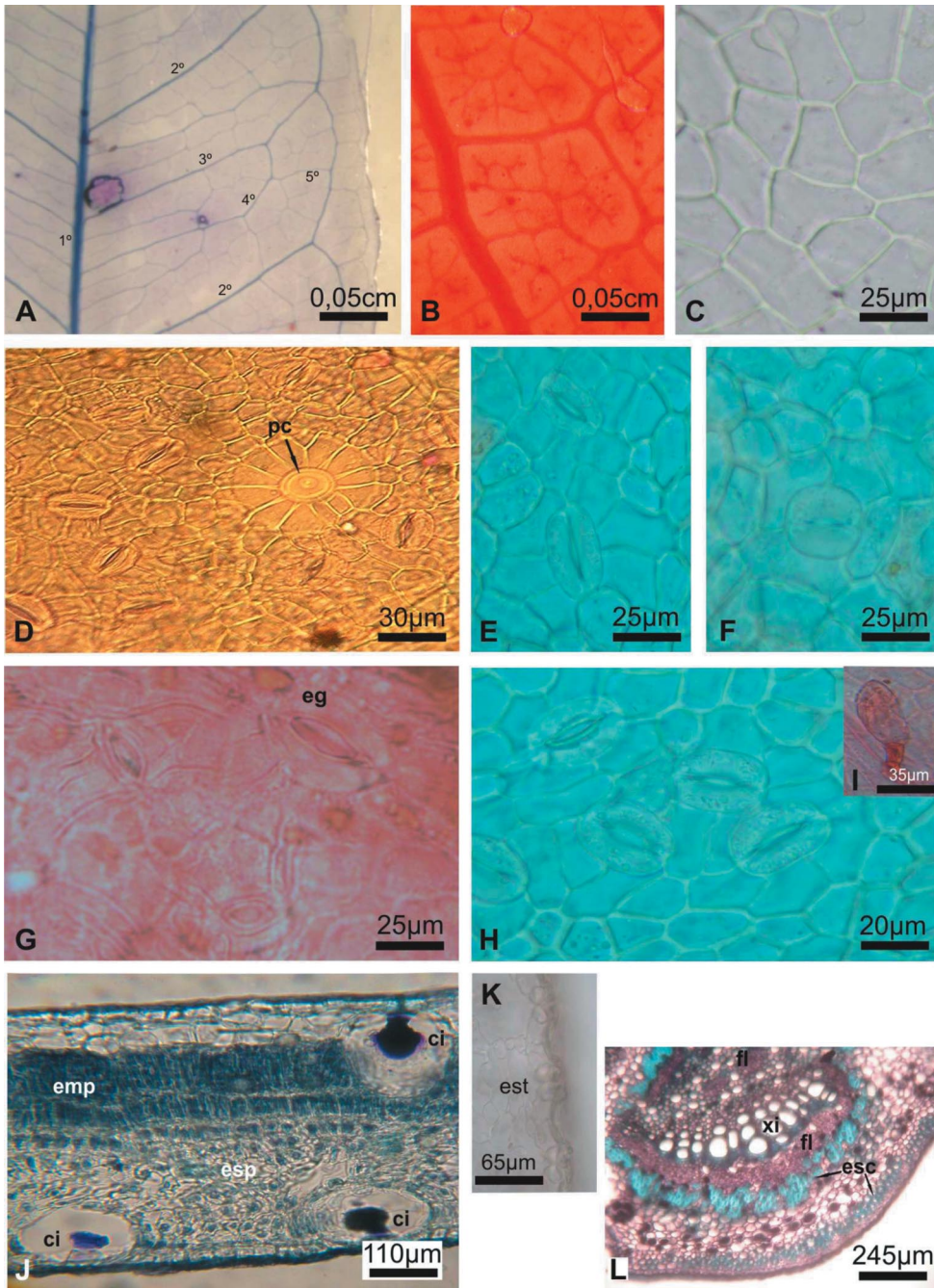


Fig. 1. *F. maroma* Castell. Anatomía de lámina. **A y B.** Arquitectura foliar. **A.** Vista superficial de la nerviación de 1° a 5° orden. **B.** Detalle de areolas y vénulas ramificadas. **C-I.** Epidermis foliar. **C.** Superficie adaxial. **D.** Cutícula estriada alrededor de los estomas. **E.** Estoma actinocítico. **F.** Estoma ciclocítico. **G.** Estoma gigante. **H.** Estomas contiguos. **I.** Tricoma glandular. **J-K.** Sección transversal de lámina. **K.** Detalle de estomas sobreelevados. **L.** Nervio principal. Referencias: **ci** = cistolito, **eg** = estoma gigante, **emp** = parénquima en empalizada, **esc** = esclerénquima, **esp** = parénquima esponjoso, **est** = estoma, **fl** = floema, **pc** = pie del cistolito, **xi** = xilema.

encuentra en posición externa e interna al xilema y presenta un casquete de esclerénquima. Por debajo de ambas epidermis, a la altura de este nervio, se observa 2 (3) capas de colénquima laminar, además de esclerénquima hacia la superficie abaxial (Fig. 1L). Los nervios secundarios son colaterales rodeados por una vaina parenquimática que se prolonga hacia ambas epidermis, la cual puede esclerificarse. El floema puede presentar un casquete de esclerénquima (Fig. 2A).

Se observó la presencia de dos tipos de cristales: carbonato de calcio constituyendo los cistolitos y oxalato de calcio en forma cúbica y de drusas en idioblastos. Los cistolitos se encuentran ubicados en litocistes hacia ambas epidermis (Fig. 1J y 2B). Las drusas se distribuyen en el mesófilo y los cristales cúbicos se hallan asociados al sistema de conducción junto a tubos laticíferos articulados (Fig. 2C). En el parénquima en empalizada se observó la presencia de conductos secretores (Fig. 2D).

ANATOMÍA DEL PECÍOLO

En vista superficial la epidermis adaxial esta formada por células isodiamétricas con paredes rectas a curva (Fig. 2E). La epidermis abaxial presenta células rectangulares a isodiamétricas con paredes más gruesa que la epidermis superior (Fig. 2F). Los tricomas son eglandulares, unicelulares y se distribuyen principalmente en la superficie adaxial (Fig. 2G).

En sección transversal el pecíolo presenta epidermis uniestratificada, colénquima de tipo laminar y anular en posición subepidérmica, internamente un tejido parenquimático donde se ubican los haces vasculares bicolaterales y drusas. A lo largo del recorrido del pecíolo, éste presenta forma y vascularización variada. La base del mismo presenta dos situaciones: 1) sección circular con tres haces vasculares (Fig. 2H); 2) sección subcircular con dos haces vasculares de diferentes tamaños, el más grande se dispone hacia la superficie adaxial (Fig. 2I). La parte media presenta sección subcircular con tres haces vasculares, uno central de menor tamaño y dos laterales mayores (Fig. 2J). El

extremo apical en sección es subcircular con cinco haces vasculares, dos de los cuales son de menor tamaño y se disponen hacia la superficie adaxial (Fig. 2K).

ANÁLISIS COMPARATIVO DE HOJAS EXPUESTAS Y NO EXPUESTAS A LA POLUCIÓN

Las hojas que están expuestas directamente a la contaminación presentan más del 50 % de su superficie adaxial cubierta por una película negra, producto de la deposición de partículas en suspensión, sin embargo aquellas que no están directamente expuestas tienen la superficie limpia (Fig. 3A y B). Esto puso en evidencia algunos cambios anatómicos foliares, principalmente en aquellas que tienen la película negra; como es el aumento en grosor de la cutícula en la epidermis adaxial (Fig. 3C y D), mayor espesor del parénquima en empalizada y un incremento en la densidad estomática. Se observó que las células del parénquima en empalizada se disponen de un modo compacto en el mesófilo de las hojas expuestas al polvo atmosférico, en relación con las del mesófilo de aquellas que no están afectadas por la contaminación (Fig. 3E y F).

Estadísticamente, las variables mencionadas presentaron diferencias significativas ($p < 0,0001$), no así la variable referida al área del estoma la cual no mostró diferencia ($p = 0,9236$) (Cuadro 1).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Solereeder (1908) cita la presencia de epidermis biestratificada en ambas superficies en *F. longifolia* Schott y *F. gibosa* Bl., aunque menciona a este carácter como raro en la superficie abaxial. En este trabajo se observó que la epidermis adaxial es biestratificada en tanto que la abaxial es uniestratificada. Este mismo autor reporta en lámina, la presencia de tricomas glandulares con cabeza pluricelular y pie uni o bicelular en especies de *Ficus*. En *F. maroma* si bien la cabeza es pluricelular, el pie es bicelular semejante a lo observado en *F. indica* L. Cabe destacar que se observaron tricomas eglan-

Variables foliares	Hojas expuestas		Hojas no expuestas		p (probabilidad)
	Promedio	Varianza	Promedio	Varianza	
Espesor de la cutícula	4,02 μm	0,13	3,18 μm	0,09	< 0,0001 *
Espesor del parénquima en empalizada	95,9 μm	149,51	71,4 μm	45,11	< 0,0001 *
Densidad estomática	281,65 estomas / mm^2	4401,88	220,40 estomas / mm^2	3115,15	< 0,0001 *
Área de estoma	666,35 μm	34332,35	668,91 μm	33312,66	0,9236

Cuadro 1. Comparación entre las variables anatómicas de hojas de *F. maroma*, expuestas y no expuestas a la contaminación atmosférica. * = diferencia estadísticamente significativa.

dulares, únicamente, en el pecíolo. Ambos tipos de tricomas, glandulares y no glandulares, fueron mencionados como elementos de valor diagnóstico para la familia Moraceae por Metcalfe y Chalk (1950).

Solereeder (1908) menciona la presencia de elevaciones cuticulares de diferentes formas en algunas especies del género; especialmente en el lado inferior de la hoja. La especie estudiada presenta estriaciones cuticulares alrededor de los estomas, esta particularidad favorecería a una mejor captación lumínica como fue postulado por este autor. Otras características mencionada para el género son los estomas gigantes (poros acuíferos según Solereeder), conductos secretores y cristales de oxalato y carbonato de calcio, que también fueron observados en *F. maroma*. Los elementos mencionados anteriormente, además de los tipos de estomas y tricomas son de valor diagnóstico para la identificación de la especie. Por lo tanto la caracterización anatómica foliar de *F. maroma* es un aporte fundamental para estudios posteriores relacionados con la dieta de animales frugívoros, principalmente de aves y murciélagos (<http://www.proyungas.org.ar/>).

En relación a los efectos de la contaminación ambiental sobre la vegetación, cobra importancia evaluar los posibles cambios estructurales; especialmente en lugares urbanizados en donde hay una importante emanación de gases tóxicos provenientes, principalmente, del tránsito vehicular.

Las plantas difieren en su sensibilidad a los polutos atmosféricos, pudiendo ser usadas como bioindicadoras de calidad del aire (Silva *et al.*, 2000). Algunas especies son particularmente susceptibles a la contaminación (bioindicadores de reacción), en cuanto otras pueden acumular los polutos en altas concentraciones sin que los síntomas visibles sean observados (bioindicadores de acumulación) (Mudd y Kozlowski, 1975; Kozlowski, 1980; Arndt *et al.*, 1995).

Iqbal (1985), Jahan e Iqbal (1992), mencionan que las plantas de áreas urbanas en crecimiento son fuertemente afectadas por una variedad de polutos (óxido de nitrógeno y sulfuros, hidrocarburos, partículas materiales, entre otros), como consecuencia de la combustión incompleta en el motor del automóvil. Estos autores analizaron los cambios anatómicos foliares provocados por la contaminación, en tres especies, de las cuales *F. bengalensis* Linn. presenta una reducción significativa del parénquima en empalizada y esponjoso. Bruno *et al.* (2007) y Stiefkens *et al.* (2007) evaluando otras especies vegetales observaron aumento en el espesor del parénquima en empalizada y número de estomas. En *F. maroma* se registró aumento del espesor y número de células del parénquima en empalizada, como así también incremento del número de estomas; siendo esto compatible con la situación de estrés a la que esta sometida la planta.

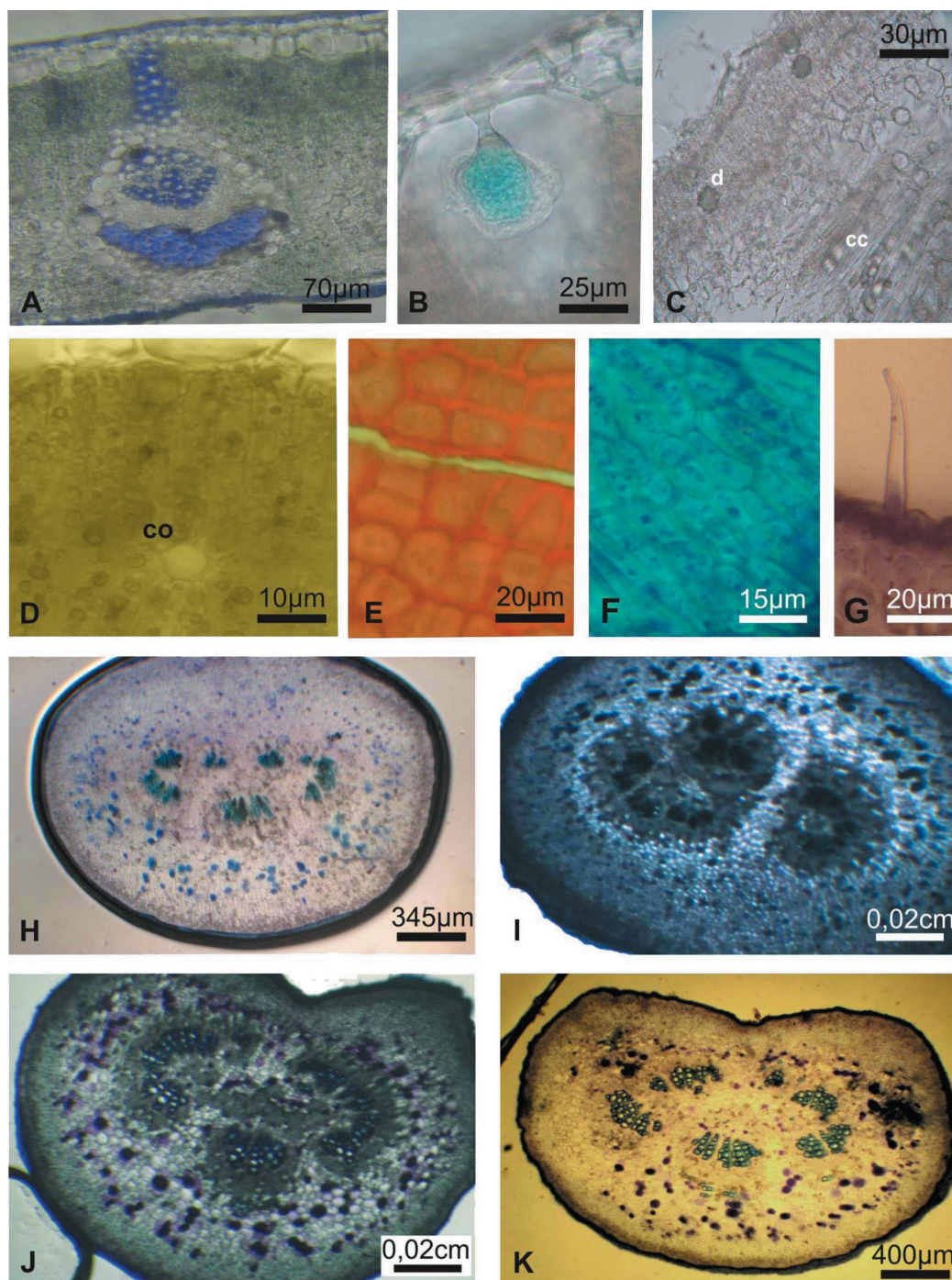


Fig. 2. *F. maroma* Castell. Anatomía de lámina y peciolo. **A-D.** Sección transversal de lámina. **A.** Nervio secundario. **B.** Detalle de cristolito. **C.** Drusas y cristales cúbicos. **D.** Conducto secretor en mesófilo. **E y F.** Epidermis del peciolo. **E.** Superficie adaxial. **F.** Superficie abaxial. **G-K.** Sección transversal de peciolo. **G.** Tricoma eglandular. **H, I.** Porción basal. y **J.** Porción media. **K.** Porción apical. Referencias: **cc** = cristales cúbicos, **co** = conducto secretor, **d** = drusa.

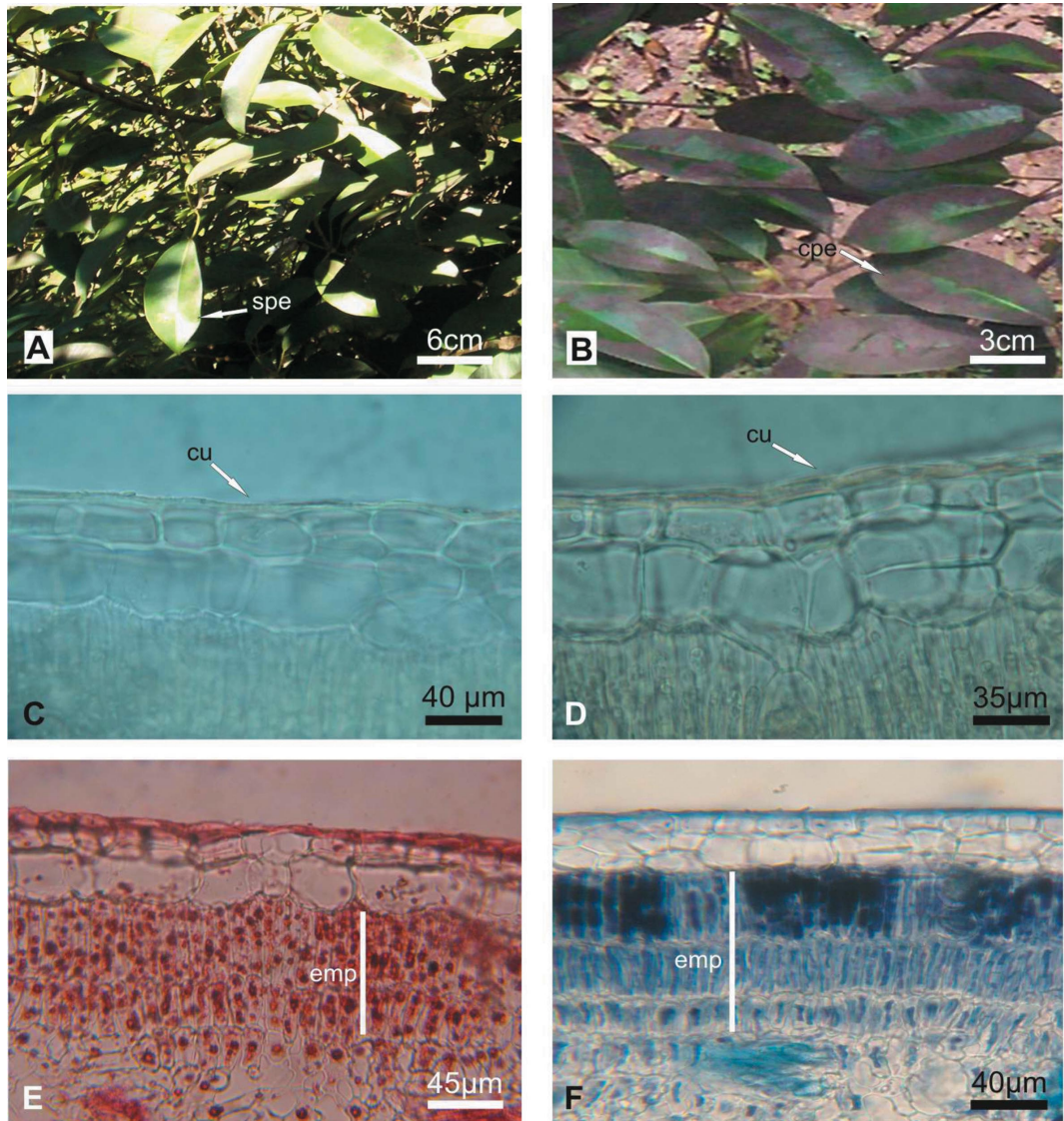


Fig. 3. *F. maroma* Castell. Análisis anatómico foliar comparativo. Panel izquierdo hojas expuestas a la contaminación. Panel derecho hojas no expuestas. **A** y **B**. Aspecto del follaje. **C-F**. Sección transversal de lámina. Referencias: **cpe** = con película negra, **cu** = cutícula, **emp** = parénquima en empalizada, **spe** = sin película negra.

Los cambios anatómicos observados en las hojas expuestas a la polución ambiental son: aumento en el espesor de la cutícula en la epidermis adaxial, incremento en el espesor y compactación de las células del tejido en empalizada y mayor densidad estomática. Lo que sugiere que la especie estudiada podría ser considerada como bioindicadora de la polución atmosférica.

AGRADECIMIENTOS

A la Mag. Lidia Benítez de Parra de la Cátedra de Matemáticas de la Facultad de Ciencias Naturales e IML de la UNT, por la realización del análisis estadístico de los datos. Al Instituto de Morfología Vegetal de la Fundación Miguel Lillo por permitir la utilización del equipo óptico y fotográfico

para la realización de las láminas del presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Arndt, U.; F. Flores & L. Weinstein. 1995. Efeitos do flúor sobre as plantas: diagnose de danos na vegetação do Brasil. Ed. da Universidade/UFRGS, Porto Alegre.
- Batti, G. H. & M. Z. Iqbal. 1988. Investigations into the effect of automobile exhausts on the phenology, periodicity and productivity of some roadside trees. *Acta Soc. Bot. Poloniae*, p 57.
- Bruno, G.; L. Stiefkens; M. Hadid; I. Liscovsky; M. T. Cosa & N. Dottori. 2007. Efecto de la contaminación ambiental en la anatomía de la hoja de *Ligustrum lucidum* (Oleaceae). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 42: 231-236.
- Castellanos, A. 1944. La especie de *Ficus* del noroeste argentino. *Lilloa* 10: 483-491.
- Condit, I. 1928. Cytological and morphological studies in the genus *Ficus* I. Chromosome number and morphology in seven species. *Univ. Calif. Publ. Bot.* 11: 233-244.
- Condit, I. 1933. Cytological and morphological studies in the genus *Ficus* II. Chromosome number and morphology in thirty-one species. *Univ. Calif. Publ. Bot.* 17: 62-74.
- Condit, I. 1964. Cytological studies in the genus *Ficus*. III. Chromosome numbers in sixty-two species. *Madroño* 17: 153-155.
- D'Ambrogio de Argüeso, A. 1986. Manual de Técnicas en Histología Vegetal. Hemisferio Sur. Bs. As.
- Dalmaso, A.; R. Candia & J. Llera. 1997. La vegetación como indicador de la contaminación por polvo atmosférico. *Multequina* 6: 91-97.
- Engler, G. H. A. 1889. Moraceae. En Engler & Prantl (editores). *Die Natürlichen Pflanzenfamilien*, 3: 66-98.
- Font Quer, P. 1978. Plantas medicinales. 4ª Ed. Labor, Barcelona.
- Hauman, L. 1925. Notes floristiques [Dicotyledones de l'Argentine] Deuxieme serie. *An. Mus. Cien. Nat. Bs. As.* 32: 395-475.
- Hickey, L. J. 1974. Clasificación de la arquitectura de las hojas de Dicotiledóneas. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 16: 1-26.
- <http://www.proyungas.org.ar/publicaciones/pdf>
- Inamdar, J. A. & G. S. Chaudhari. 1984. Effects of environmental pollution on leaf epidermis and leaf architecture of *Peristrophe bicalyculata*. *J. Pl. Anat. Morph.* 1: 1-8.
- Iqbal, M. Z. 1985. Cuticular and anatomical studies of white clover leaves from clean and air-polluted areas. *Poll Res* 4: 59-61.
- Jahan, S. & M. Z. Iqbal. 1992. Morphological and anatomical studies of leaves of different plants affected by motor vehicles exhaust. *J. Islamic Acad. Sci.* 5: 21-23.
- Kozłowski, T. T. 1980. Impacts of air pollution on forest ecosystems. *BioScience* 30: 89-93.
- Martínez Crovetto, R. 1981. Las plantas utilizadas en medicina popular en el NO de Corrientes. *Miscelánea* 69.
- Metcalf, C. R. & L. Chalk. 1950. Anatomy of the dicotyledons. Vol. II. Clarendon Press. Oxford.
- Moraes, R. E.; W. B. Carvalho Delitti & J. A. Proença Vieira De Moraes. 2000. Respostas de indivíduos jóvenes de *Tibouchina pulchra* Cogn. à poluição aères de Cubatão, SP: fotossíntese líquida, crescimento e química foliar. *Revista Bras. Bot.* 23: 443-449.
- Mudd, J. B. & T. T. Kozłowski. 1975. Responses of plants to air pollution. Academic Press, New York.
- Sant'anna-Santos, B. F.; L. Campos Da Silva; A. A. Azevedo & R. Aguilar. 2006. Effects of simulated acid rain on leaf anatomy and micromorphology of *Genipa americana* L. (Rubiaceae). *Brazilian Arch. Biol. Techn.* 49: 313-321.
- Silva, L. C.; A. A. Azevedo; E. A. Montero Da Silva & M. A. Oliva. 2000. Flúor em chuva simulada: sintomatologia e efeitos sobre a estrutura foliar e o crescimento de plantas arbóreas. *Revista Bras. Bot.* 23: 385-393.
- Solereider, H. 1908. Systematic anatomy of the dicotyledons. Vol. II. Clarendon Press. Oxford.
- Stiefkens, L.; G. Bruno; M. Hadid; N. Delbon; M. Cosa & N. Dottori. 2007. Alteraciones histológicas en las hojas de *Ceiba speciosa* (Bombacaceae), producidas por la contaminación ambiental. *Arnaldoa* 14: 71-76.
- Van Cotthem, W. R. J. 1970. A classification of stomatal types. *Bot. J. Linn. Soc.*, 63: 235-246.
- Vázquez Ávila, M. D. 1981. El género *Ficus* (Moraceae) en la República Argentina. *Darwiniana* 23: 605-636.
- Vázquez Ávila, M. 1999. Moraceae. En: F. Zuloaga y O. Morrone (editores) Catálogo de plantas vasculares de la República Argentina II Fabaceae – Zygophyllaceae. Missouri Botanical Press.
- Vázquez Ruiz, A.; H. Saralegui Boza & A. Morales Martínez. 2002. La epidermis foliar en especies cubanas del género *Ficus* L. (Moraceae). *Revista del Jardín Botánico Nacional* 23: 311-313.
- Zar, J. D. 1996. Biostatistical analysis. Tercera edición. Prentice Hall Inc., New Jersey, USA.