

MICROGRAFÍA FOLIAR CUALI-CUANTITATIVA DE LAS ESPECIES DE *PILOCARPUS* (RUTACEAE): *P. JABORANDI* HOLMES, *P. MICROPHYLLUS* STAPF EX WARDLEWORTH Y *P. PENNATIFOLIUS* LEM.

Etile D. Spegazzini², María T. Castro, Javier Rossi¹, Stella M. Carpano y Marta T. Nájera

Laboratorio de Referencia de Análisis Micrográficos de Plantas Medicinales Alimenticias y Tóxicas (LABRAM) Farmacobotánica. Departamento de Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de La Plata. Calle 47 y 115 (1900) La Plata. República Argentina. Fax: 54-221-4254389. Correo electrónico: labram@biol.unlp.edu.ar

*Autor a quien dirigir la correspondencia.

¹Becario del Colegio de Farmacéuticos de La Plata (Pcia. de Buenos Aires).

Resumen

En este trabajo se estudiaron la exo-endomorfología de las hojas de *Pilocarpus jaborandi* Holmes, *P. microphyllus* Stapf ex Wardleworth y *P. pennatifolius* Lem. (Rutaceae), especies empleadas en medicina popular como diaforéticas, diuréticas y sialagogas. Se obtuvieron parámetros micrográficos cuali-cuantitativos (Magnitudes proporcionales: índice de estomas y empalizada) que permiten la identificación de la droga cruda.

Las tres especies se diferencian por la combinación de los siguientes caracteres: la longitud de los tricomas tectores, el contorno de las células del parénquima en empalizada, el número de drusas en los idioblastos del parénquima en empalizada, el haz colateral o anficribal de la nervadura central y la presencia o ausencia de drusas en el haz conductor. Los valores de los índices de los estomas y la empalizada no permiten por sí solos establecer la identidad de cada especie, sino complementan los datos de la morfología interna.

CUALI-QUANTITATIVE MICROGRAPHY OF THE LEAVES OF *PILOCARPUS* SPECIES (RUTACEAE): *P. JABORANDI* HOLMES, *P. MICROPHYLLUS* STAPF EX WARDLEWORTH AND *P. PENNATIFOLIUS* LEM.

Summary

In this contribution foliar endomorphology of *Pilocarpus jaborandi* Holmes, *P. microphyllus* Stapf ex Wardleworth and *P. pennatifolius* Lem. (Rutaceae), was studied. These species used in folk medicine as diaphoretics, diuretics and sialagogue. Quali-

Palabras clave: anatomía - micrografía - jaborandi - *Pilocarpus jaborandi* - *Pilocarpus microphyllus* - *Pilocarpus pennatifolius*.

Key words: anatomy - micrography - jaborandi - *Pilocarpus jaborandi* - *Pilocarpus microphyllus* - *Pilocarpus pennatifolius*.

quantitative micrographic parameters were obtained (Proportional magnitudes: stomata index and palisade ratio) for the identification of the raw drug.

All 3 species differ in combinations of the following characters: length of the trichomes, contour of the cells of palisade parenchyma, number of druses in idioblasts of palisade parenchyma, collateral bundle or amphicribal of the main nerve and presence absence of druses in the vascular bundle. Stomatal index and palisade ratio are not enough to identify species by themselves: they rather complement data of internal morphology.

Introducción

Con el nombre vulgar de “jaborandi” se designan, en medicina popular, las hojas de diversas especies de los géneros *Pilocarpus* Vahl, *Esenbeckia* Kunth, *Zanthoxylum* L., *Toddalia* Juss. (Rutaceae), *Piper* L. (Piperaceae) y *Herpestes* Kunth (Scrophulariaceae) (Planchon, 1906; Holmstedt y col., 1979; González Torres, 1980; Corrêa, 1984). *Pilocarpus jaborandi* Holmes, *P. microphyllus* Stapf ex Wardleworth, *P. pennatifolius* Lem., *P. giganteus* Engl., *P. pauciflorus* St. Hil., *P. spicatus* St. Hil. (= *P. subcoriaceus* Engl.), *P. trachylophus* Holmes, *P. racemosus* Vahl, *Esenbeckia febrifuga* (St. Hil.) Jussieu ex Mart., *Zanthoxylum elegans* Engl., *Z. naranjillo* Griseb., *Z. peckholtianum* Engl., *Toddalia aculeata* Pers., *T. inermis* Pers., *Piper gardneri* DC., *P. laetum* DC., *P. maculatum* DC., *P. sebastianopolitense* DC., *Herpestes chamaedryoides* HBK, *H. gratioides* Benth. et H. y *H. monniera* HBK.

El objetivo de este trabajo fue realizar el análisis micrográfico cuali-cuantitativo de los folíolos de *Pilocarpus jaborandi*, *P. microphyllus* y *P. pennatifolius* que son empleados en medicina popular, en infusiones, como diaforéticas, diuréticas y sialagogas (Holmstedt y col., 1979; González Torres, 1980; Toursarkissian, 1980; Corrêa, 1984; Evans, 1991) y, que además, son la materia prima para la producción de fitofármacos.

Los resultados de esta investigación permitirán obtener valores numéricos estándares o parámetros para caracterizar las drogas cuando se encuentren enteras, fragmentadas o pulverizadas.

Los datos obtenidos permitirán también un mayor conocimiento de la anatomía de las especies estudiadas en este trabajo debido a que la bibliografía es escasa sobre el tema (Duval, 1903; Planchon, 1906; Imbesi, 1944; Evans, 1991).

El género *Pilocarpus*, junto con los restantes taxones de la Subtribu *Pilocarpinae*, fueron descritos por Kaastra (1982).

Pilocarpus jaborandi, “jaborandi de Pernambuco”, originaria de Brasil, se halla prácticamente en extinción. *Pilocarpus pennatifolius*, “jaborandi del Paraguay”, “ibirá-tai”, “cutia branca” es abundante en la región de la frontera de Brasil, Argentina y Paraguay. *Pilocarpus microphyllus*, “jaborandi del Maraño”, especie en peligro de extinción, crece en Suriname y, con mayor frecuencia, en los estados de Maranhão, Piauí, Pará y Tocantins, en Brasil, (Lucio, 1999); actualmente es la principal materia prima para la extracción de pilocarpina que se emplea en la elaboración de medicamentos alopáticos para el tratamiento del glaucoma. Según Dewick (1997) este alcaloide está siendo investigado como para aplicar a un tratamiento contra la enfermedad de Alzheimer. Lucio (1999) identificó y determinó las estructuras químicas de otros metabolitos secundarios de esta especie con el fin de establecer su aplicación farmacológica.

Materiales y métodos

Material estudiado

Los ejemplares que se analizaron procedían de los siguientes herbarios: LP, LPE y SI; además,

en el caso de *P. pennatifolius* se obtuvieron muestras frescas colectadas en el Arboretum de la Facultad de Agronomía de La Plata (Prov. Bs. As., Argentina).

P. jaborandi

BRASIL. Col. Merck 77 (LPE).

P. microphyllus

BRASIL. Maranhão: Isla de São Luiz, feb.-mar 1939, *Krukoff 11762* (LP). Muestra comercial de PHYTOSUL Ltda., 10/3/1999, *Burchianti s.n.* (LPE 989).

P. pennatifolius

ARGENTINA. Buenos Aires. La Plata: cultivado en el Arboretum de la Facultad de Agronomía La Plata, 29/9/1998, *Rossi s.n.* (LPE 988). Chaco. Dpto. Río Bermejo: Arroyo Canqui Chico, 5/10/1971, *Martinez et al. s.n.* (SI); Pto. Bermejo, 11/7/1943, *ex-herb. Schulz 3948* (LP). Formosa. Guayculec, 5/1919, *Jørgensen 2588* (SI).

Misiones. Dpto. Cainguas: Reserva privada de la UNLP "Valle del Arroyo Cuñapirú", 20/3/1901, *Castro 232* (LPE). Dpto. Candelaria: Santa Ana, 9/1935, *Devoto, ex-herb. Dirección Forestal 1876* (LP); Loreto, 5/9/1946, 31/5/1949, *Montes 2486, 4136*, (LP); La Mina San Juan, 25/4/1946, *Montes 2196* (LP). Dpto. Capital: Posadas, 13/7/1972, *Schinini 4881* (LP). Dpto. Leandro N. Alem: Cerro Azul, 12/10/1977, *Cabrera et al. 28638* (SI). Dpto. San Ignacio: San Ignacio, 7/27, 1926, *Scala s.n.* (LP 31753, 31757). Dpto. General San Martín: Pto. Leoni, 17/5/1951, *Cabrera 262* (LP).

BRASIL. Parana. Lageado Grande, 19/7/1964, *Hatschbach HH-11335* (LP); Misal, 15/6/1974, *Hatschbach 34538* (SI).

Sta. Catarina. São Miguel d' Oeste, 20/10/1964, *Smith y Reitz 12747* (LP).

PARAGUAY. Caá-Cupé, 27/9/1967, *Escalante s.n.* (LPE 759); San Pedro, 3/12/1896, *Alboff s.n.* (LP); Pto. Bertoni, 6/1938, *Rojas 8162* (SI); Alto Paraná, s. fecha, *Fiebrig 5383* (SI); Cerro Acahay, 7/1919, *Rojas 3239* (SI); Ruta 2 Parque Guayaquí, 26/9/1967, *Krapovickas y Cristobal 13318* (SI); Cerro

Mbatufí, 7/1998, *Basualdo y Soria s.n.* (LPE 987). Sin localidad ni fecha, *Jørgensen s.n.* (LP 31767).

Métodos

Las observaciones de epidermis fueron realizadas con microscopio binocular con tubo de dibujo y con microscopio electrónico de barrido (MEB).

Para la observación con microscopio óptico (MO) de las epidermis foliares se procedió a diafanizar y eliminar la cutina, aplicando la técnica de Carpano y col. (1994). Esa técnica permitió visualizar las células y obtener los valores numéricos proporcionales correspondientes a los índices de estomas (Salisbury, 1927) y de empalizada (Zornig y Weiss, 1925).

Se practicaron cortes transversales de hojas con micrótomos Ranvier, coloreados con safranina-fast green (Dizeo, 1979); y se efectuaron reacciones histoquímicas de diagnóstico para evidenciar oxalato de calcio (ácido clorhídrico) y lignina (floroglucina clorhídrica).

Los diseños originales fueron efectuados con microscopio óptico Olympus CH equipado con tubo de dibujo Iroscope. La simbología utilizada en los diseños fue la de Metcalfe y Chalk (1950). Las fotomicrografías se tomaron con MO Leitz y cámara Leica Wild MPS 52 con película Plus X Pan, Kodak, 100 ASA.

Las observaciones de epidermis se realizaron mediante el MEB aplicando la siguiente técnica: las hojas secas de *P. microphyllus* y *P. jaborandi* fueron hidratadas en agua común, y las frescas de *P. pennatifolius* se lavaron con agua destilada clorada y se fijaron en FAA (alcohol etílico 96° - agua destilada - formol - ácido acético glacial) durante 48 horas.

Para los análisis de la epidermis foliar se eliminó la cutina según la técnica de Carpano y col. (1994). Luego, bajo el microscopio estereoscópico, se seccionó una pequeña pieza de material, que posteriormente fue secada

con papel de filtro y se montó sobre una platina de aluminio cubierta de cinta adhesiva, para terminar el secado con una luz puntiforme. Las observaciones y las fotomicrografías se efectuaron con un Jeol JSM-T100.

La terminología utilizada para describir la ornamentación de la cutícula es parte de la brindada por Wilkinson (1979).

Los valores de los índices de los estomas y empalizada se expresaron en rangos, promedio, moda (Mo) y coeficiente de variación (CV).

Resultados

Los estudios realizados permitieron determinar caracteres de diagnóstico macroscópicos y microscópicos de las especies: *Pilocarpus jaborandi*, *P. microphyllus* y *P. pennatifolius*.

Pilocarpus jaborandi Holmes, Pharm. J. Trans. Ser. 3, 22: 875. 1892.

Sinonimia: *P. officinalis* Pohl, Pharm. Z. 19: 129, 132. 1880; *P. cearensis* Rizzini, Leandra 6: 34, t. 1, fig. b. 1975.

Caracteres macroscópicos

Hojas alternas, imparipinnadas o simples; de 2 a 5 pares de folíolos elípticos u ovados, de 6 a 15 cm de largo x 1,5 a 5,5 cm de ancho, de base redondeada, ocasionalmente algunos folíolos de base cortamente atenuada; los folíolos laterales notablemente desiguales en la base y los terminales casi iguales; el ápice se puede presentar obtuso o redondeado, el extremo completamente emarginado, el margen subondulado y revoluto; consistencia cartácea en el estado juvenil y subcoriácea en el adulto, glabra o pilosa; venación broquidódroma-campitódroma.

Caracteres epidérmicos de los folíolos

observados con MO

Cutícula ornamentada. Epidermis adaxial con células de contorno recto a levemente ondulado (Figura 1 A). Epidermis abaxial con células de contorno recto (Figura 1 D). Estomas cicloclíticos en la epidermis abaxial (Figura 1 D). Tricomas tectores unicelulares, largos, falcados, verrucosos, presentes en ambas epidermis (Figura 4 C). Tricomas glandulares en depresiones presentes en ambas epidermis: pluricelulares, con 1 célula basal, un pie biseriado con 3 hileras de células y una cabeza de 4 células (Figura 4 D).

MEB

La cutícula de la epidermis adaxial esta ornamentada con finas estrías, largas, dispuestas apretadamente (Figuras 1 B, C). La cutícula de la epidermis abaxial está formada por estrías casi concéntricas alrededor de los estomas (Figuras 1 F, G) y protuberancias granulosas en cada célula epidérmica (Figuras 1 E, F). La cutícula de los tricomas tectores está ornamentada con verrugas de contorno alargado, distribuidas en hileras longitudinales (Figura 1 E). Ceras epicuticulares en forma de escamas (epidermis abaxial) y gránulos (epidermis adaxial y abaxial).

Microscopía analítica cuantitativa

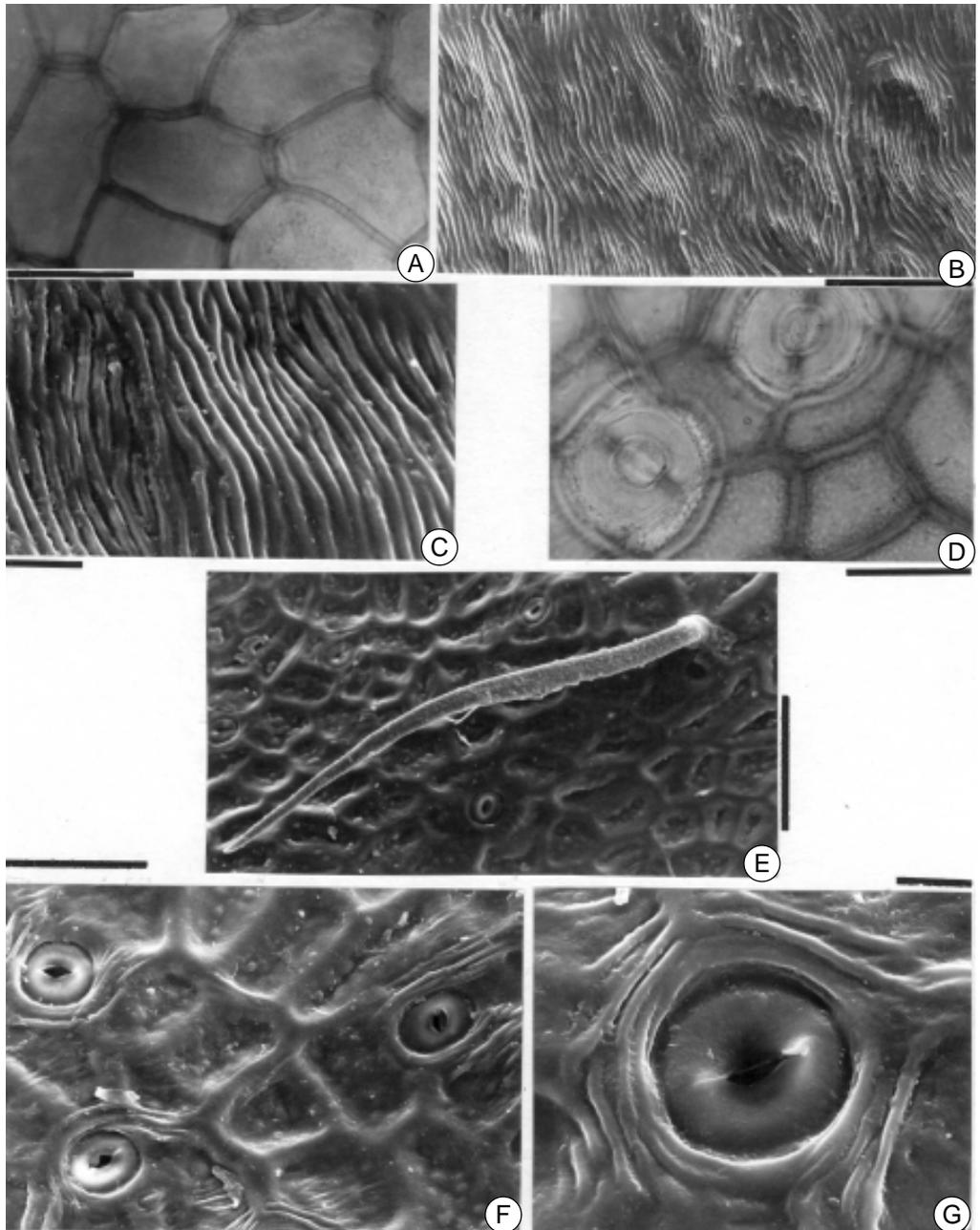
Índice de estomas: 3,40 - 5,90 - 9,30 Mo = 6,00
CV % = 26,11.

Índice de empalizada: 5,50 - 7,00 - 8,00
Mo = 7,25 CV % = 11,47.

Caracteres anatómicos del corte transverso de los folíolos

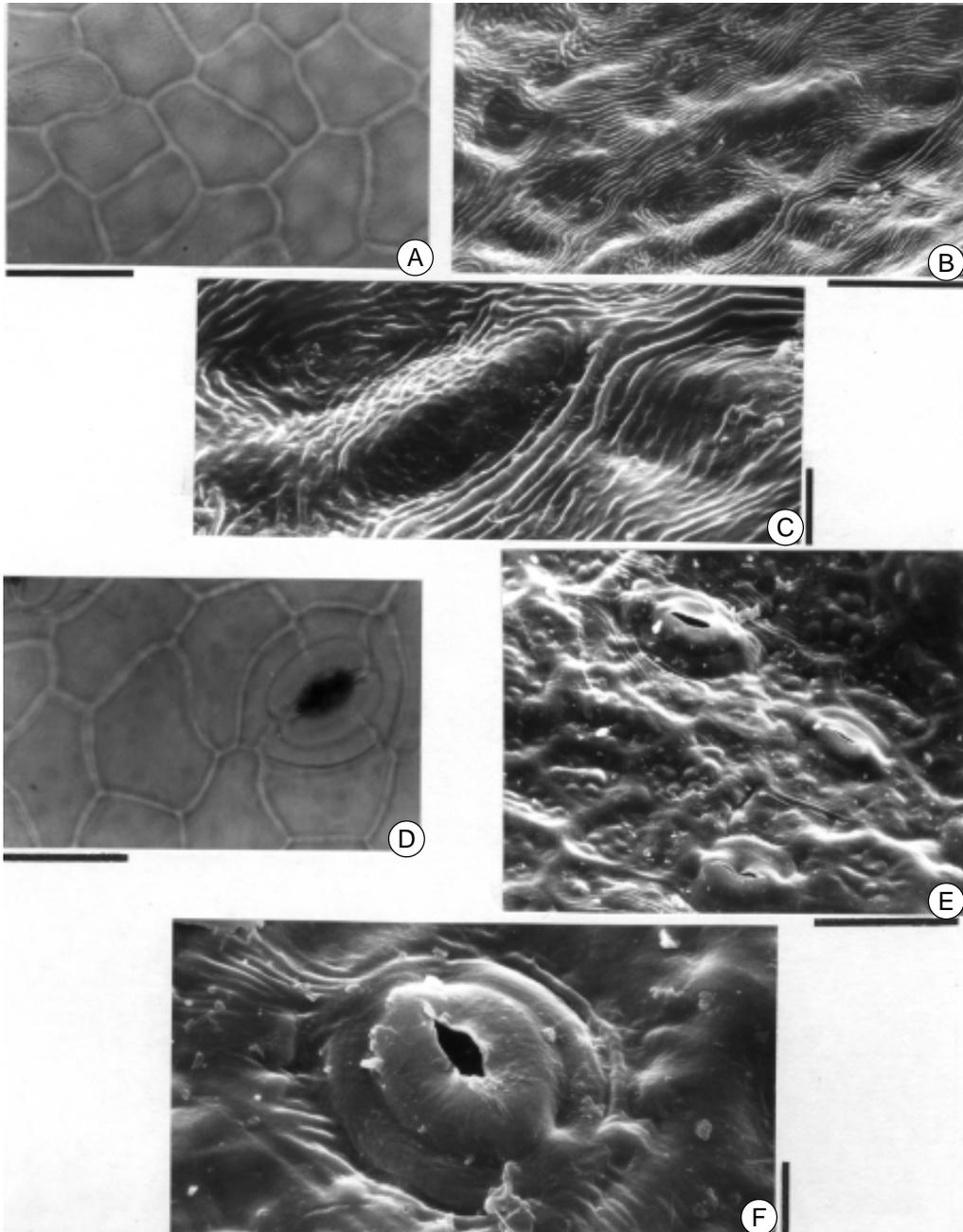
Cutícula gruesa y ornamentada. Epidermis adaxial y abaxial uniestratificadas, la última con estomas. Estructura dorsiventral. Células del parénquima en empalizada de contornos levemente ondulados, dispuestas en una capa, interrumpida por idioblastos con 2 a 4 drusas de

Figura 1.- Superficie foliar de *P. jaborandi*



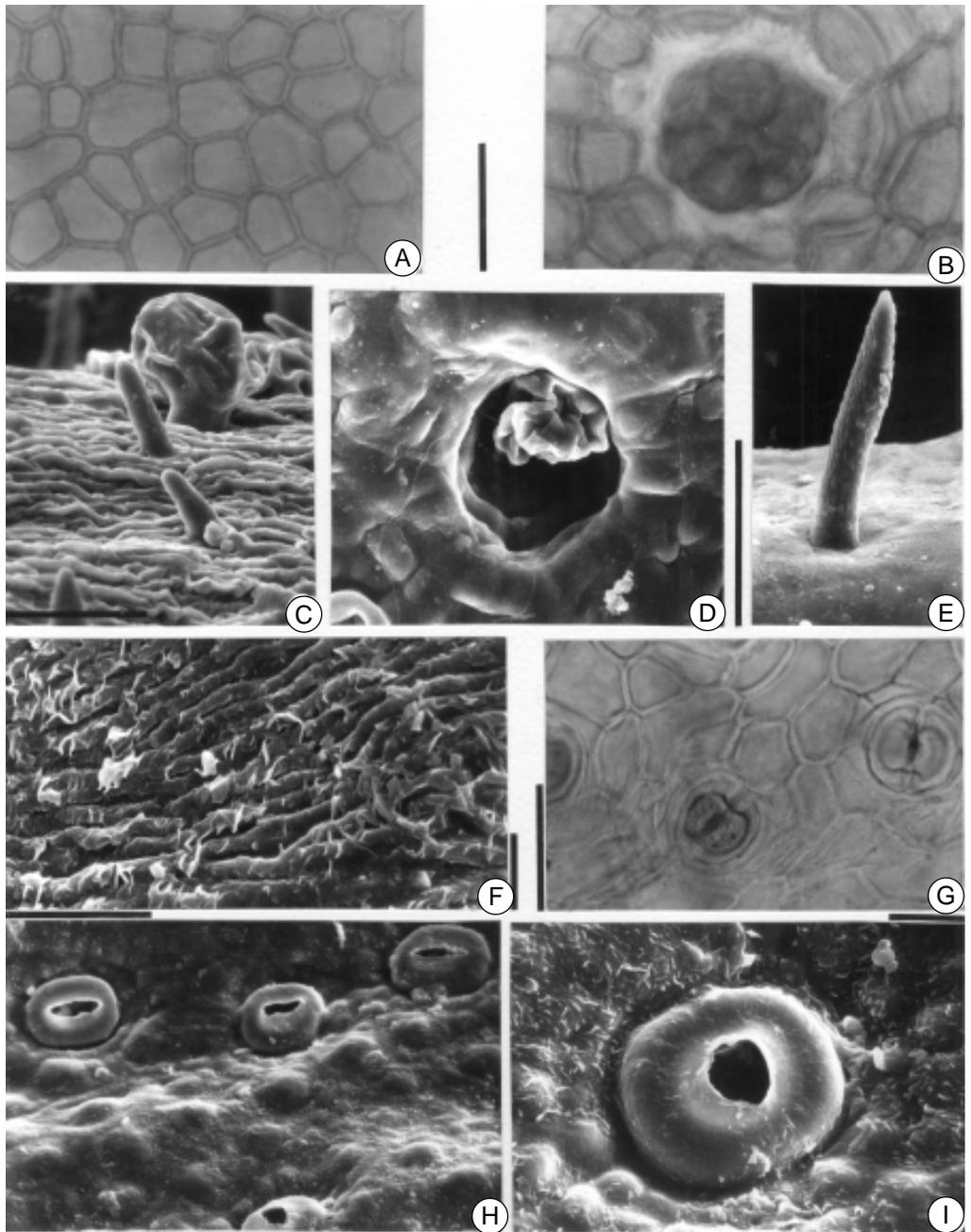
A, epidermis adaxial; B, vista general de la ornamentación cuticular; C, detalle; D, epidermis abaxial; E, tricoma tector; F, vista general de la ornamentación cuticular; G, detalle de estoma. MO: A, D; MEB: B, C, E-G. Escala: A, B, D, F = 50 μm ; E = 100 μm ; C, G = 10 μm .

Figura 2.- Superficie foliar de *P. microphyllus*



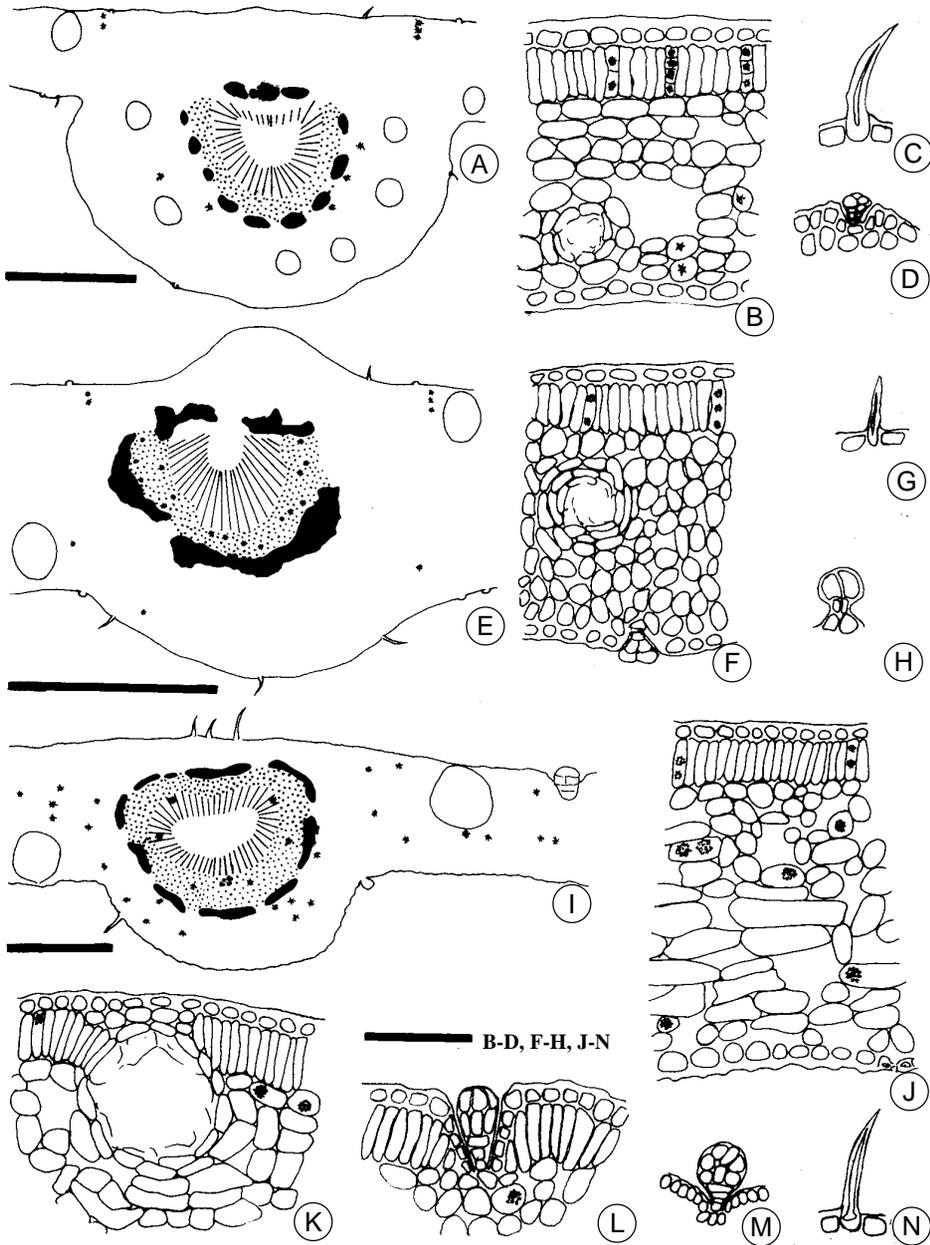
A, epidermis adaxial; B, vista general de la ornamentación cuticular; C, detalle; D, epidermis abaxial; E, vista general de la ornamentación cuticular; F, detalle de estoma. MO: A, D; MEB: B, C, E, F. Escala: A, B, D, E = 50 μ m; C, F = 10 μ m.

Figura 3.- Superficie foliar de *P. pennatifolius*



A, epidermis adaxial; B, tricoma glandular en vista superficial; C, vista general de la ornamentación cuticular con tricomas; D, detalle de depresión con tricoma glandular colapsado; E, tricoma tector; F, detalle de la ornamentación cuticular; G, epidermis abaxial; H, vista general de la ornamentación cuticular; I, detalle de estoma. MO: A, B, G; MEB: C-F, H, I. Escala: A-E, G, H = 50 µm; F, I = 10 µm.

Figura 4.- Estructura de la hoja:A-D, *P. jaborandi*



A, representación esquemática del corte transverso en el nervio medio; B, mesófilo; C, tricoma tector; D, tricoma glandular en depresión. E-H, *P. microphyllus*: E, representación esquemática del corte transverso en el nervio medio; F, mesófilo; G, tricoma tector; H, tricoma glandular. I-N, *P. pennatifolius*: I, representación esquemática del corte transverso del nervio medio; J, mesófilo; K, glándula esquizolisígena; L, tricoma glandular en depresión; M, tricoma glandular epidérmico; N, tricoma tector. Escala: A = 500µm; E, I = 250 µm; B- D, F-H, J-N = 100 µm.

oxalato de calcio. Parénquima lagunoso integrado por 8 a 9 capas de células. Mesófilo con glándulas esquizo-lisígenas. Drusas de oxalato de calcio escasas en todos los parénquimas (Figura 4 B). Sistema vascular de la nervadura principal: haz colateral rodeado por grupos de fibras pericíclicas, con médula colenquimato-sa (Figura 4 A).

Pilocarpus microphyllus Stapf ex War-dleworth, Pharm. J. Trans. Ser. 3, 24: 50, 1893.

Sinonimia: *P. microphyllus* Stapf ex Holmes, Pharm. J. Trans. Ser. 3, 24: 418, 1893; *P. microphyllus* Stapf, Bull. Misc. Inform. 1894.

Caracteres macroscópicos

Hojas alternas u opuestas, imparipinnadas, 1 a 5 pares, aunque en mayor cantidad de 3 a 4 pares con folíolos sésiles, ovados a elípticos, de 2 a 5,5 x 1 a 3,5 cm, base levemente atenuada-cu-neada y muy desigual, el folíolo terminal largamente atenuado y usualmente igual en la base, ápice obtuso o redondeado, extremo emargina-do, margen revoluto hacia la base; consistencia cartácea, color verde brillante en ambas caras, glabra; venación broquidódroma-camptódroma.

Caracteres epidérmicos de los folíolos observados con MO

Cutícula ornamentada. Epidermis adaxial con células de contorno entre recto y levemente ondulado (Figura 2 A). Epidermis abaxial con células de contorno ente recto y levemente ondulado (Figura 2 D). Estomas ciclocíticos en la epidermis abaxial (Figura 2 D). Tricomas tectores unicelulares, cortos, caducos y muy escasos en ambas epidermis (Figura 4 G). Tricomas glandulares en depresiones presentes en ambas epidermis: pluricelulares, esféricos, con 1 a 2 células basales, 2 en el pie y en la cabeza respectivamente, (Figuras 4 F, H).

MEB

La cutícula de la epidermis adaxial está ornamen-tada con estrías muy delicadas, distanciadas entre sí (Figuras 2 B, C). La cutícula de la epidermis abaxial está formada por estrías que parten de los polos estomáticos con menor espacio entre sí (Figuras 2 E, F) y por protuberancias granulosas a nivel de cada célula epidérmica (Figura 2 E). Ceras epicuticulares en forma de gránulos (epi-dermis adaxial y abaxial), y en algunos casos en forma de escamas (epidermis abaxial).

Microscopía analítica cuantitativa

Índice de estomas: 2,20 - 7,00 - 10,30 Mo = 7,00 CV % = 25,91.

Índice de empalizada: 4,00 - 5,60 - 7,80 Mo = 5,80 CV % = 18,29.

Caracteres anatómicos del corte trans-verso de los folíolos

Cutícula gruesa y ornamentada. Epidermis adaxial y abaxial uniestratificadas, la última con estomas. Estructura dorsiventral. Células del parénquima en empalizada de contornos lisos, dispuestas en una capa, interrumpida por idio-blastos que presentan de 2 a 3 drusas de oxalato de calcio. Parénquima lagunoso integrado por 8 a 9 capas de células, isodiamétricas. Mesófilo con glándulas esquizo-lisígenas. Drusas de oxalato de calcio, muy escasas en todos los parénquimas (Figura 4 F). Sistema vascular de la nervadura principal: haz colateral rodea-do por grupos de fibras pericíclicas. Floema con drusas de oxalato de calcio (Figura 4 E).

Pilocarpus pennatifolius Lem., Jard. Fleur. 3: 263. 1852.

Sinonimia: *P. trijugatus* Lem., Jard. Fleur. 3: 263. 1852; *P. pinnatus* Mart. ex Engl., in Mart. Fl. Bras. 138. 1874; *P. selloanus* Engl., in Mart. Fl. Bras. 136, t. 3. 1874; *P. simplex* hort. ex Baill., Adansonia 11: 276. 1875.

Caracteres macroscópicos

Hojas alternas, imparipinnadas, ocasionalmente el folíolo terminal ausente, 3 pares, ocasionalmente 1 a 2, ó 4 pares, en algunos casos 1-foliolado; de consistencia coriácea, usualmente glabras, elípticas u oblongas, a veces levemente obovadas, 4 a 18 x 2 a 5,4 cm, base atenuada y desigual, ápice obtuso o redondeado, el extremo muy emarginado, margen revuelto y frecuentemente algo ondulado-crenulado; color verde opaco, mucho más pálidas en la cara inferior; venación levemente broquidódroma a subcamptodroma.

Caracteres epidérmicos de los folíolos observados con MO

Cutícula ornamentada. Epidermis adaxial con células de contorno recto (Figura 3 A). Epidermis abaxial con células de contorno recto a levemente ondulado (Figura 3 G). Estomas cicloclíticos en la epidermis abaxial (Figura 3 G). Tricomas tectores unicelulares, cortos, verrucosos, con lumen estrangulado, caducos y escasos en ambas epidermis (Figura 4 N). Tricomas glandulares en depresiones presentes en ambas epidermis con una célula basal, con un pie de 2 a 3 células y una cabeza de 8 células, o su múltiplo, (Figuras 3 B; 4 L, M).

MEB

La cutícula de la epidermis adaxial está ornamentada con estrías tortuosas, dispuestas apretadamente (Figura 3 F). La cutícula de la epidermis abaxial está formada por grandes protuberancias verrucosas (Figura 3 H, I). La cutícula de los pelos tectores presenta verrugas de contorno alargado, distribuidas en hileras longitudinales (Figura 3 E). Ceras epicuticulares en forma de escamas y, con menos frecuencia, gránulos (Figuras 3 F, H).

Microscopía analítica cuantitativa

Índice de estomas: 4,00 - 6,30 - 8,20 Mo = 6,30
CV % = 17,19.

Índice de empalizada: 3,50 - 4,70 - 6,20
Mo = 4,80 CV % = 14,44.

Caracteres anatómicos del corte transverso de los folíolos

Cutícula gruesa y ornamentada. Epidermis adaxial y abaxial uniestratificadas, la última con estomas. Estructura dorsiventral. Células del parénquima en empalizada de contornos lisos, dispuestas en una capa, interrumpidas por idoblastos que presentan de 1 a 2 drusas de oxalato de calcio. Parénquima lagunoso integrado por 4 a 5 capas de células isodiamétricas, que se continúan con 7 a 9 capas de células alargadas en sentido tangencial. Mesófilo con glándulas esquizo-lisígenas. Drusas de oxalato de calcio, abundantes en todos los parénquimas (Figuras 4 J, K). Sistema vascular de la nervadura principal: haz anficribal con fibras pericíclicas en grupos aislados rodeando el haz central. Floema y xilema con drusas de oxalato de calcio (Figura 4 I).

Discusión y conclusiones

De acuerdo con los datos bibliográficos, y el estudio efectuado podemos considerar:

Según Wardleworth (1893) *P. microphyllus* presenta tricomas estrellados, mientras que Kaastra (1982) no los detectó, lo que es coincidente con nuestras observaciones.

En cuanto a la estructura de la nervadura principal, fue considerada anficribal para *P. microphyllus*, *P. pennatifolius* y *P. jaborandi* por Duval (1903) y Planchon (1906), mientras que de los análisis micrográficos realizados en esta investigación se desprende que esta disposición se presenta solo en *P. pennatifolius* y,

en forma colateral aparece en los otros dos taxones.

Con respecto a la vaina de las fibras pericíclicas que rodean la nervadura central, Duval (1903), Planchon (1906) y Evans (1991)

indican que es continua sobre lo que discrepamos, ya que de acuerdo con los análisis de las tres especies, se la observa distribuida en grupos discontinuos.

Tabla 1.- Cuadro comparativo de los caracteres foliares estudiados

CAR. FOLIARES / ESPECIES	<i>Pilocarpus jaborandi</i>	<i>Pilocarpus microphyllus</i>	<i>Pilocarpus pennatifolius</i>
TRICOMAS TECTORES	Escasos, largos, falcados, unicelulares, verrucosos	Muy escasos, cortos, caducos, unicelulares	Escasos, unicelulares, caducos, cortos, verrucosos
TRICOMAS GLANDULARES	Pluricelulares, esféricos, en depresiones	Pluricelulares, esféricos, en depresiones en la epidermis	Pluricelulares, esféricos, en depresiones en la epidermis
GLÁNDULAS	Esquizolisígenas en el mesófilo y en la nervadura central	Esquizolisígenas en el mesófilo	Esquizolisígenas en el mesófilo
DRUSAS	Escasas en todos los parénquimas	Muy escasas en todos los parénquimas	Abundantes en todos los parénquimas
PARÉNQUIMA EN EMPALIZADA	Una capa de células de contornos levemente ondulados, interrumpida por idioblastos con 2 a 4 drusas	Una capa de células de contornos lisos, interrumpida por idioblastos conteniendo de 2 a 3 drusas	Una capa de células de contornos lisos, interrumpida por idioblastos conteniendo de 1 a 2 drusas
NERVADURA CENTRAL	Haz colateral rodeado por fibras pericíclicas en grupos. Tejidos conductores sin drusas	Haz colateral rodeado por fibras pericíclicas en grupos. Tejido floemático con drusas	Haz anficribal rodeado por fibras pericíclicas en grupos aislados. Tejidos conductores con abundantes drusas

Tabla 2.- Índices de estomas y empalizada en las 3 especies de *Pilocarpus*

ESPECIES	ÍNDICE DE ESTOMAS	ÍNDICE DE EMPALIZADA
<i>Pilocarpus jaborandi</i>	3,40 – <u>5,90</u> – 9,30	5,50 – <u>7,00</u> – 8,00
<i>Pilocarpus microphyllus</i>	2,20 – <u>7,00</u> – 10,30	4,00 – <u>5,60</u> – 7,80
<i>Pilocarpus pennatifolius</i>	4,00 – <u>6,30</u> – 8,20	3,50 – <u>4,70</u> – 6,20

La presencia de drusas se confirma en las tres especies; esas formaciones cristalinas no fueron descritas por Imbesi (1944) en su investigación sobre *P. pennatifolius*. En relación con la presencia y la distribución de las drusas se pudo comprobar que difiere en los tres taxones: en *P. jaborandi* son escasas y se hallan en todos los parénquimas como en *P. pennatifolius* donde son muy abundantes y se caracterizan por: longitud de los tricomas tectores, contorno de las células del parénquima en empalizada, número de drusas en idioblastos del parénquima en empalizada, haz colateral o anficribal de la nervadura central y presencia o ausencia de drusas en el haz conductor. Si bien los valores de los índices de estomas y de empalizada no permiten por sí solos establecer la identidad de cada especie, complementan los datos de la morfología interna.

observan en el haz vascular; con respecto a *P. microphyllus* son muy escasas pero aparecen, además, en el tejido floemático.

Los caracteres cuali-cuantitativos, obtenidos con MO que permiten caracterizar las drogas son presentados en las tablas 1 y 2.

Las tres especies se diferencian (Tabla 1) por la combinación de los siguientes caracteres:

1) por la combinación de los siguientes caracteres: longitud de los tricomas tectores, contorno de las células del parénquima en empalizada, número de drusas en idioblastos del parénquima en empalizada, haz colateral o anficribal de la nervadura central y presencia o ausencia de drusas en el haz conductor. Si bien los valores de los índices de estomas y de empalizada no permiten por sí solos establecer la identidad de cada especie, complementan los datos de la morfología interna.

Referencias bibliográficas

- Carpano, S.M., Spegazzini, E.D. y Nájera, M.T. (1994). "Nueva técnica de eliminación de cutina de órganos foliares". *Rojasiana* 2: 9-12.
- Corrêa, M.P. (1984). *Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. I: 361-369. Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, Río de Janeiro.
- Dewick, P.M. (1997). *Medicinal natural products a biosynthetic approach*. John Wiley & Sons Ltd, West Sussex.
- Dizeo, C. de Strittmatter (1979). "Modificación de una coloración safranina-fast-green". *Bol. Soc. Arg. Bot.* 18: 121-122.
- Duval, A. (1903). "Les jaborandis". *Bull. Sci. Pharm.* 5: 41-109.
- Evans, W.C. (1991). *Trease y Evans, Farmacognosia*. Interamerica, México.
- González Torres, D.M. (1980). *Catálogo de Plantas Medicinales (y Alimenticias y Útiles) usadas en Paraguay*. Comuneros, Asunción.
- Holmstedt, B.; Wassén, S.H. y Schultes, R.E. (1979). "Jaborandi: An interdisciplinary appraisal". *J. Ethnopharmacol.* 1: 3-21.
- Imbesi, A. (1944). "Contribuição ao estudo das plantas medicinais. O *Pilocarpus pennatifolius* Lem. da Sicilia". *Rev. Fl. Med.* 11 (3): 87-106.
- Kaastra, R.C. (1982). "Pilocarpinae". *Fl. Neotrop.* 33: 1-200.
- Lucio, E.M.R.A. (1999). "Estudo químico e farmacológico de alcaloide secundário de *Pilocarpus microphyllus* Stapf." *Tesis de Doutor em Ciências* Faculdade de Odontología de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, Brasil: 1-143.
- Metcalfe, C.R. y Chalk, L. (1950). *Anatomy of the Dicotyledons*. I. Clarendon Press, Oxford.
- Planchon, L. (1906). *Précis de Matière Médicale*. I. A. Maloine, París.
- Salisbury, E.J. (1927). "On the causes and ecological significance of stomatal frequency with special reference to the woodland flora". *Phil. Trans. Roy. Soc. London* 216 B: 1-65.
- Toursarkissian, M. (1980). *Plantas medicinales de La Argentina. Sus nombres botánicos, vulgares, usos y distribución geográfica*. Hemisferio Sur, Buenos Aires.
- Wardleworth, Th.H. (1893). "A new species of Jaborandi. *Pilocarpus microphyllus* Stapf". *Pharm. J. Trans.* Ser. 3, 24: 506.
- Wilkinson, H.P. (1979). *The Plant Surface (Mainly Leaf)*. Part V, The Cuticle. I: 140-165, en: Metcalfe, C.R. & Chalk, L. (eds.), *Anatomy of the Dicotyledons*. Clarendon Press, Oxford.
- Zornig, H. y Weiss, G. (1925). "Beiträge Zur Anatomie des Laubblattes offzineller und pharmäzueitisch gebräuchlicher Compositen-Drogen". *Arch. Pharm., Berl.* 263: 451-470.