

Morfología y anatomía foliar de *Jodina rhombifolia* (Hook. y Arn.) Reissek (Santalaceae)

Ruiz, Ana Inés; María I. Mercado y Graciela I. Ponessa.

Instituto de Morfología Vegetal, Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251, (4000) San Miguel de Tucumán, Argentina. graponessa@hotmail.com

RESUMEN — Ruiz, Ana Inés; María I. Mercado & Graciela I. Ponessa. 2007. "Morfología y anatomía foliar de *Jodina rhombifolia* (Hook. y Arn.) Reissek (Santalaceae)". *Lilloa* 44 (1-2). La familia Santalaceae incluye en Argentina seis géneros y diez especies. El género *Jodina* está representado en nuestro país por una única especie: *Jodina rhombifolia*. El objetivo del presente trabajo es estudiar la anatomía foliar de ejemplares colectados en el período XI-1998 al II-1999 en el departamento de Trancas (Tucumán). *Jodina rhombifolia* presenta hojas perennes, rómbicas, de 2,3-6,8 cm de long. (\bar{x} 4,48 cm) y 1,4-3,6 cm de lat. (\bar{x} 2,49 cm), alternas, coriáceas, glabras, con una espina punzante en el ápice y dos espinas más cortas en cada uno de los ángulos laterales, base aguda, decurrente, margen entero. La venación primaria es pinnada, camptódroma, broquidódroma. Los caracteres anatómicos son: hoja anfiestomática, células epidérmicas poliédricas cuyas paredes celulares presentan campos de puntuación primario. Aparato estomático parasítico hundido, abovedado por las células epidérmicas vecinas. Epidermis múltiple colenquimatosa, células con paredes anticlinales y periclinales engrosadas, con cristales solitarios romboidales de oxalato de calcio. Clorénquima en empalizada de células prismáticas con cristales romboidales y drusas de oxalato de calcio, formando dos estratos adaxiales y uno abaxial. Clorénquima esponjoso es laxo con abundantes espacios intercelulares. El haz vascular del nervio medio es colateral, con casquete de esclerenquima a nivel de xilema y floema. El peciolo en corte transversal presenta forma subtriangular, un solo haz vascular colateral, drusas y cristales romboidales en células del parénquima cortical.

PALABRAS CLAVE: *Jodina rhombifolia*, Santalaceae, morfoanatomía, hoja.

ABSTRACT — Ruiz, Ana Inés; María I. Mercado & Graciela I. Ponessa. 2007. "Foliar morphology and anatomy of *Jodina rhombifolia* (Hook. and Arn.) Reissek (Santalaceae)". *Lilloa* 44 (1-2). In Argentina Santalaceae family includes six genera with ten species. *Jodina* genus is represented in our country only by one species, *Jodina rhombifolia*. Objective: foliar anatomy study of specimens collected in 1999 in Trancas department (Tucumán). *J. rhombifolia* leaves are alternate, rhombic, leathery, with pinnate, camptodrome brochidodrome venation. Anatomical features are: isolateral mesophyll, amphistomatic leaves, polygonal epidermal cells with slightly sinuous anticlinal walls and numerous primary pitted fields. Sunk parasitic stomata complex, are surrounded by the neighboring epidermal cells. Multiple collenchymatous epidermal cells, with anticlinal and periclinal thickened walls and rhombic solitary calcium oxalate crystals. Palisade chlorenchyma exhibit two layers of rectangular cells in adaxial position and one layer in abaxial position, calcium oxalate crystals (rhombic and druses) are present. Spongy chlorenchyma has cells with abundant intercellular spaces. The middle collateral vascular bundle presents sclerenchymatic fiber sheath in phloem and xilem. The petiole presents subtriangular shape, one collateral vascular bundle, calcium oxalate crystals (rhombic and druses) in cortical parenchyma cells.

KEYWORDS: *Jodina rhombifolia*, Santalaceae, morfo-anatomy, leaf.

INTRODUCCIÓN

La familia Santalaceae incluye en Argentina seis géneros y diez especies Zuloaga y Morrone (1999) de hábitat variado. El género *Jodina* esta representado en nuestro país por una única especie: *Jodina rhombifolia*

(Hook. et Arn.) Reissek, popularmente llamada: "sombra de toro", "peje", "chinchillin" o "quebrachillo flojo" (Fig. 1). Es un árbol hemiparásito endémico de América del Sur, crece en: Brasil meridional, Paraguay, Uruguay, Bolivia extendiéndose en nuestro país hasta Río Negro. Sus hojas son utilizadas en

forma de infusiones con fines medicinales, como antitusivo, digestivo y hepatoprotector (Hieronymus, 1882; Carrizo y col. 2002; Chifa y Ricciardi, 2004).

Existen escasas referencias bibliográficas respecto a la anatomía de esta especie. Herrero Ducloux y Spigazzini (1911) describieron un mayor desarrollo de la cutícula en la epidermis adaxial, células epidérmicas que aumentan de tamaño desde el exterior hacia el interior, estomas hundidos, mesófilo empalizada con células casi cilíndricas y mesófilo esponjoso con células alargadas irregulares. Por otra parte, Luna y Sota (2003) estudiaron ejemplares herborizados de la provincia de Tucumán, Depto. Burreyacu y Depto. Leales, colectados en los años 1900 y 1919 respectivamente. Citan la presencia de cristales romboidales en epidermis y drusas en el mesófilo. También observan un aparato estomático braquiparacítico hundido y engrosamiento en las paredes tangenciales externas del primer estrato de la epidermis.

Es bien conocido que los patrones anatómicos de una especie varían con el paso del

tiempo, debido a cambios en los factores ambientales. Dado que los investigadores antes mencionados utilizaron material de *Jodina rhombifolia* herborizado a principios de siglo XX, proponemos un estudio actual morfo-anatómico foliar, utilizando material fresco colectado en el departamento Trancas, provincia de Tucumán.

MATERIALES Y MÉTODOS

La colección del material vegetal se realizó en la localidad de Vipos, al Sureste del departamento Trancas. Según la clasificación de Köppen (1923) el clima de dicha zona es estépico cálido, con verano cálido e invierno seco. La temperatura media anual es superior a los 18°C. Seis individuos de *Jodina rhombifolia* se seleccionaron al azar para colectar en la parte media de la copa, de cada uno de ellos, 10 hojas maduras orientadas hacia el Norte y en buen estado fitosanitario. Parte del material vegetal fue herborizado e incorporado al herbario de la Fundación Miguel Lillo (LIL). *Jodina rhombifolia*: Argentina. Tucumán. Dep. Trancas. XI-1998, Ruiz y Peiró (LIL 605025 a, 605025 b, 605025 c). II-1999, Ruiz y Ponessa (LIL 605015 a, 605015 b).

Para la observación en microscopio óptico (MO) Wild M 20 con ocular micrométrica, se fijó el material en FAA (formol – alcohol etílico – ácido acético y agua, 100:500:50:350 ml), se incluyó en parafina según la técnica de Johansen (1940) y se coloreó con safranina fast-green según método de Dizeo de Strittmater (1973). Los cortes transversales de lámina y pecíolo se realizaron en la porción media, a mano alzada y con micrótopo rotatorio Leitz 1512. Las fotografías se realizaron con microscopio óptico (MO) Zeiss Axiolab y microscopio electrónico de barrido (MEB) Jeol J. S. M. Para la detección de cristales se usó microscopio de luz polarizada Enosa y test histoquímico de acetato cúprico según D' Ambrogio, 1986. El disociado y el diafanizado se realizaron con ácido nítrico según Salas y Wurschmidt (1990). La arquitectura foliar se describió según Hickey (1974). De cada hoja se seleccionaron 15 campos (n=15), para cuantificar espesores de tejidos, densidad estomática



Fig. 1. Aspecto general de *Jodina rhombifolia*.

y longitud estomática. Los parámetros estadísticos considerados fueron:

$$\text{media } (\bar{x}) = (\sum n_i / n),$$

$$\text{desviación estándar (SD)} = \sqrt{\sum (n_i - \bar{x})^2 / n - 1}$$

$$\text{y error de muestreo (SE)} = \text{SD} / \sqrt{n}.$$

RESULTADOS

Morfología foliar.— *Jodina rhombifolia* presenta hojas perennes rómbicas de 2,3-6,8 cm de long (\bar{x} = 4,48 cm) y 1,4-3,6 cm lat. (\bar{x} = 2,49 cm), alternas subpecioladas, coriáceas, glabras, con una espina punzante en el ápice y dos espinas mas cortas en cada uno de los ángulos laterales, base aguda, decurrente, margen entero, venación pinnada, nervadura central muy prominente, derecha no ramificada (Fig. 2 A y B).

La arquitectura foliar se caracteriza por presentar una venación pinnada, camptódroma, broquidódroma. Vena primaria fuerte, derecha no ramificada. Venas secundarias de grosor moderado, recorrido sinuoso, con ángulo de divergencia variable, agudo en la región inferior de la hoja, recto en la región media y obtuso en la región superior. Venas terciarias de modelo percurrente bifurcado. Venas cuaternarias finas de trayectoria al azar (Fig. 2 C). Venación última marginal ojalada. Vénulas ramificadas dos o mas veces. Aréolas de desarrollo imperfecto, forma irregular y disposición al azar Hickey (1974).

Caracteres anatómicos foliares.— La hoja en vista superficial presenta cutícula lisa, gruesa (Fig. 3C, Cuadro N° 1) y células en am-

bas epidermis de forma poliédrica, paredes anticlinales levemente lobuladas del tipo "a" de Dilcher (1974), con numerosos campos de puntuación primario (Fig. 3A). El aparato estomático es parasítico hundido (Fig. 3B), en ambas epidermis, células oclusivas con repliegue cuticular, abovedado por las células epidérmicas vecinas, sin orientación (Fig. 3C). La cámara subestomática es amplia y se prolonga hasta el clorénquima en empalizada. La densidad y longitud estomática arrojan los valores acotados en el cuadro N° 1.

En corte transversal se observa una hoja anfiestomática de mesófilo isolateral. Ambas epidermis son múltiple colenquimatoso, el primer estrato presenta paredes anticlinales y periclinales engrosadas (Fig. 4, Cuadro N° 1). Cristales solitarios romboidales de oxalato de calcio, inmersos en la cutícula de un 40% de los ejemplares estudiados (Fig. 3A). Se observa colénquima subepidérmico laminar, pluriestratificado a la altura del haz vascular central y en los márgenes de la hoja. El mesófilo es isolateral, clorénquima en empalizada de células prismáticas, formando dos estratos adaxiales y uno abaxial (Fig. 4A y B, Cuadro N° 1). El clorénquima esponjoso ocupa la parte central de la hoja, formado por células que dejan abundantes espacios intercelulares; un 80% de los ejemplares estudiados presentan células con cristales romboidales y drusas de oxalato de calcio (Fig. 5A). El haz vascular del nervio medio es colateral, con casquetes de esclerénquima a nivel de xilema y floema (Fig. 4A y B). Los haces colaterales menores con o sin

Patrones anatómicos	\bar{x}	SD	SE	%
Cutícula adaxial	7,59 μm	1,70	0,25	2,15
Epidermis adaxial	27,94 μm	4,40	0,65	7,92
Empalizada adaxial	98,30 μm	47,18	7,03	27,87
Esponjoso	133,89 μm	39,98	5,95	37,97
Empalizada abaxial	54,53 μm	41,57	6,19	15,46
Epidermis abaxial	22,02 μm	6,03	0,89	6,24
Cutícula abaxial	8,34 μm	2,44	0,36	2,36
Densidad estomática E. adax.	0,80 est/mm ²	0,44	0,06	-
Densidad estomática E. abax.	1,78 est/mm ²	0,28	0,40	-
Longitud estomática E. adax.	38,33 μm	3,57	0,53	-
Longitud estomática E. abax.	34,02 μm	1,13	0,16	-

Cuadro 1. Caracteres anatómicos cuantificados en transcorte de hoja de *Jodina rhombifolia*. Abreviaturas: \bar{x} = media, SD = desvío estándar; SE = error de muestreo; % = porcentaje con respecto al espesor total de la hoja; E. adax. = epidermis adaxial; E. abax. = epidermis abaxial.

casquetes esclerenquimáticos. El disociado reveló que dicho casquete está constituido por fibras de extremos agudos, simples o dicotómicos (Fig. 5B). El pecíolo en corte transversal presenta forma subtriangular con ángulos redondeados, epidermis múltiple formada por células de paredes engrosadas y 2 a 3 estratos de colénquima laminar sube-

pidérmico. El único haz vascular es colateral, se ubica en el centro y está rodeado, adaxial y abaxialmente, por dos casquetes de fibras (Fig. 6A y B). El parénquima corti-

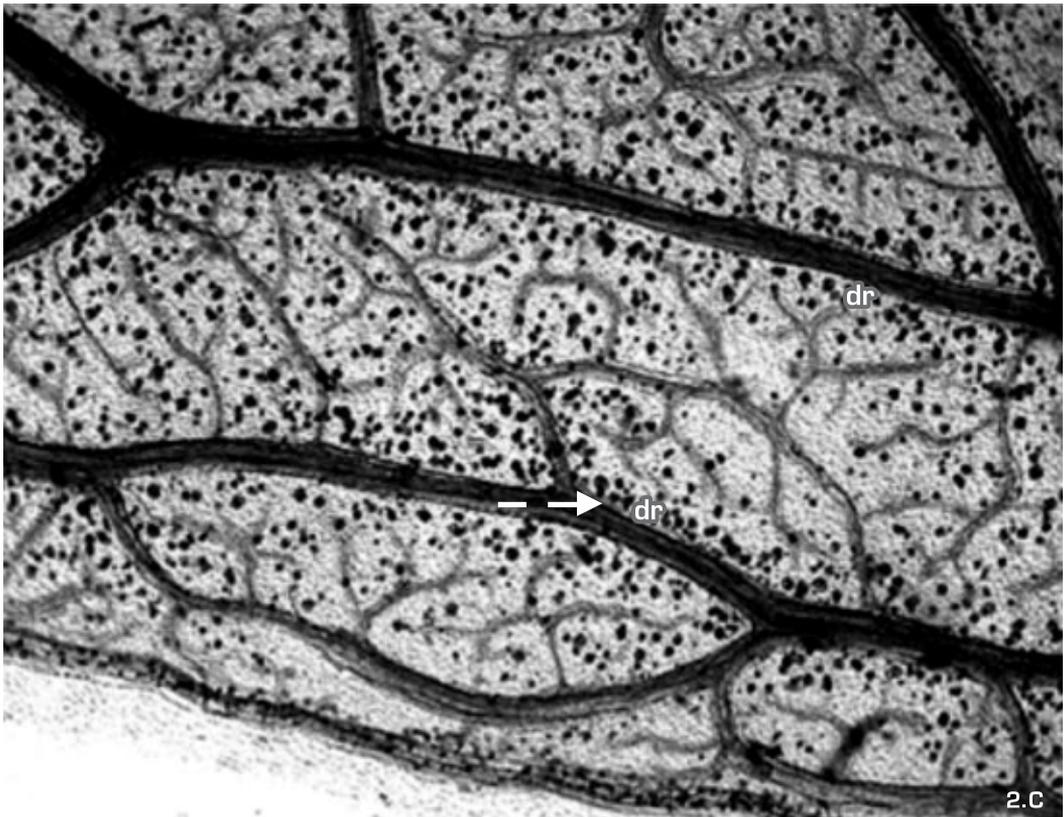
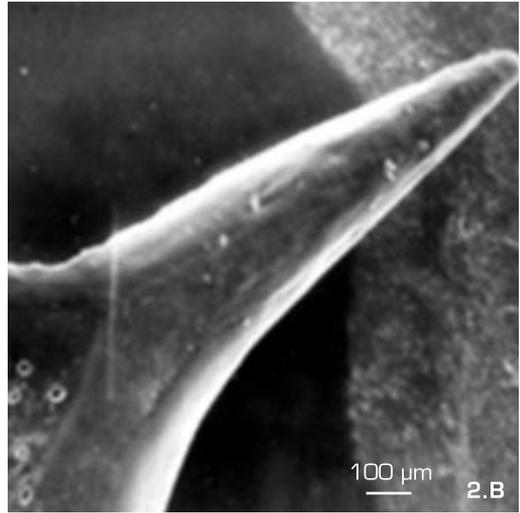
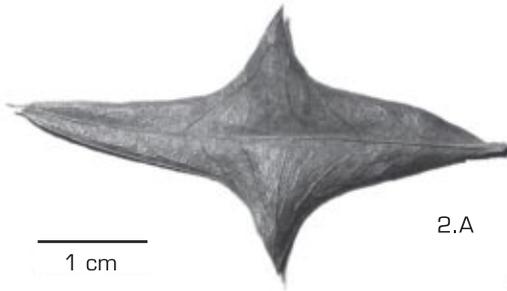


Fig. 2. Morfología foliar *Jodina rhombifolia*. A: Aspecto general de la hoja. B: Detalle de la espina punzante del ápice MEB. C: Detalle de arquitectura foliar donde se observan venas cuaternarias finas de trayectoria al azar, dr: drusas; aumento 50x.

cal presenta, en un 80% de los ejemplares estudiados, drusas y cristales romboidales (Fig. 6C)

La espina apical presenta una epidermis múltiple de células prismáticas rectangulares de paredes rectas, cutícula lisa y gruesa,

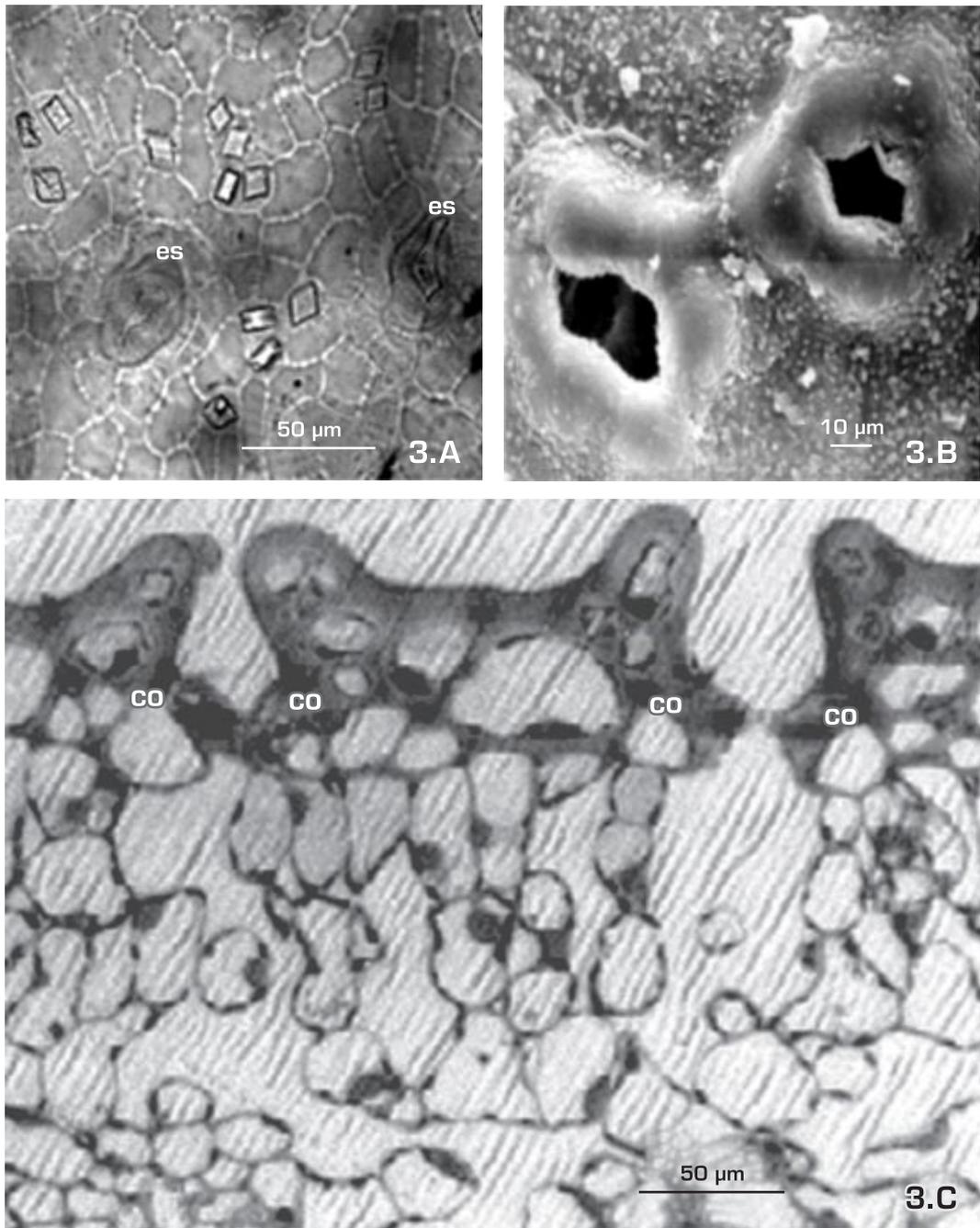


Fig. 3. *Jodina rhombifolia*. A: Vista paradermal células epidérmicas con paredes anticlinales levemente lobuladas, numerosos campos de puntuación y cristales romboidales de oxalato de calcio en contacto con las paredes epidérmicas periclinales. B: Vista paradermal de aparato estomático parasítico hundido (MEB). C: Corte transversal de lámina foliar a la altura de los estomas. Referencias: es: estomas, co: células oclusivas con repliegue cuticular.

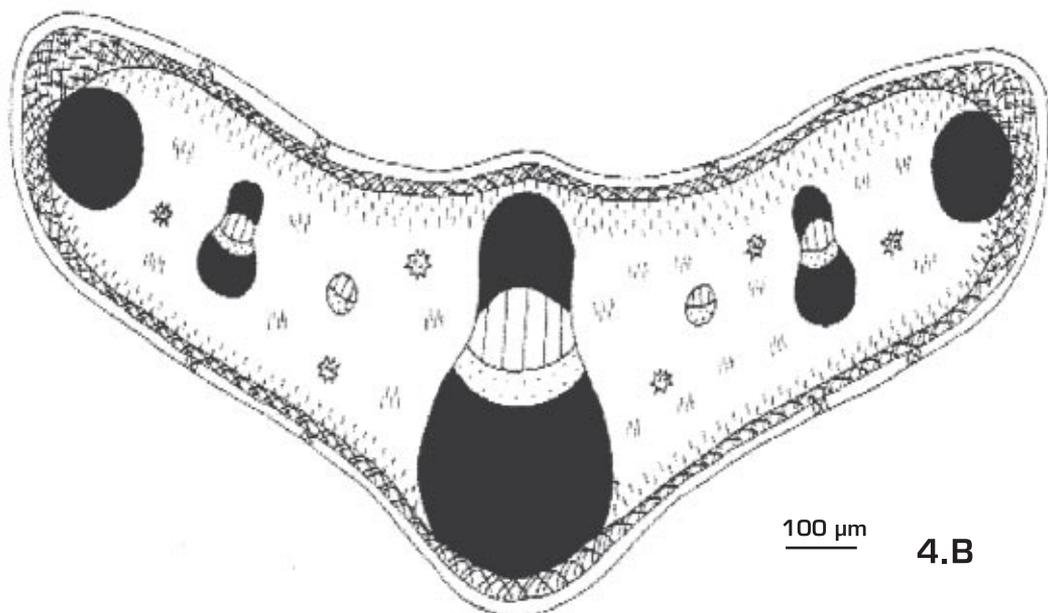
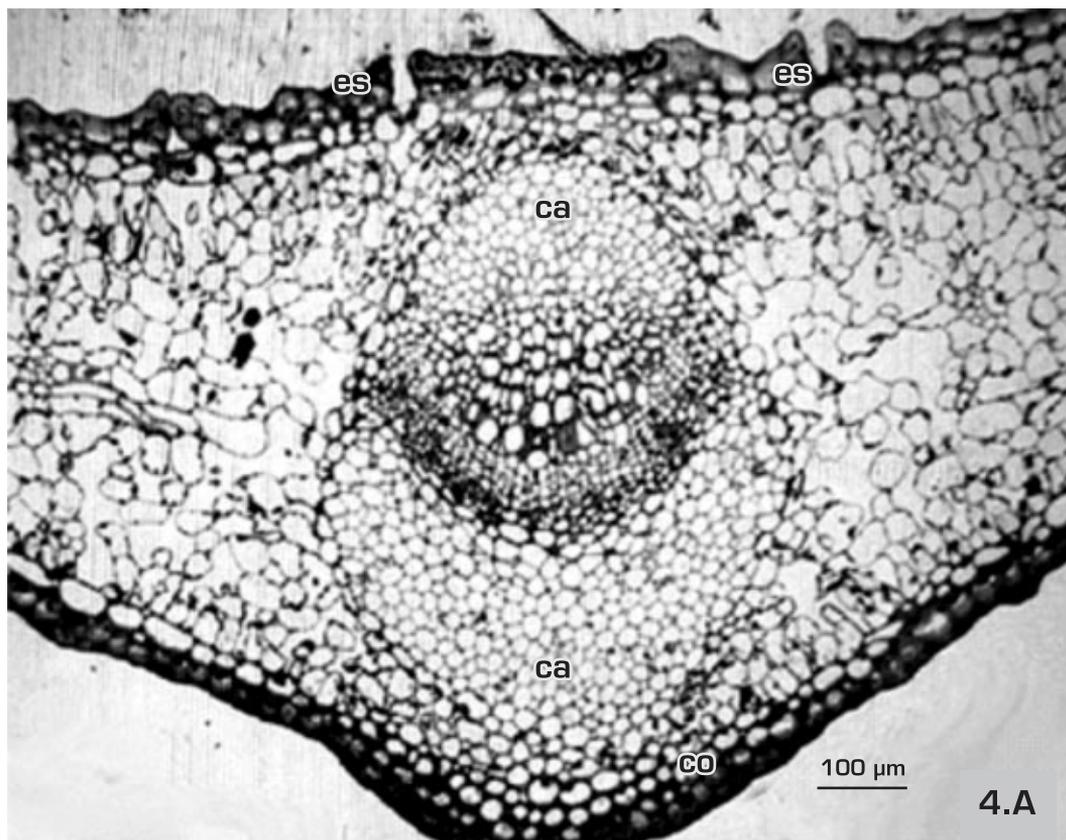


Fig. 4. *Jodina rhombifolia*. A: Corte transversal de la lámina foliar a la altura del nervio medio. B: Esquema del corte transversal de la hoja completa. Referencias: co: colénquima subepidérmico laminar pluriestrato; es: estomas; ca: casquetes de esclerénquima. Simbología: □ parénquima, ▨ colénquima, ▨▨▨▨ xilema, ▨▨▨▨ floema, "▨", parénquima en empalizada, "▨▨", parénquima esponjoso.

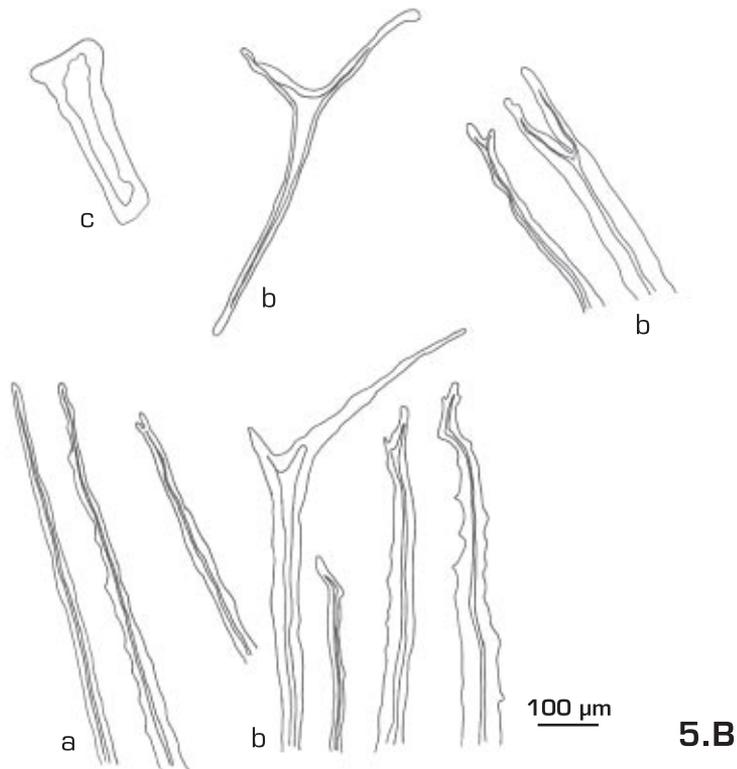
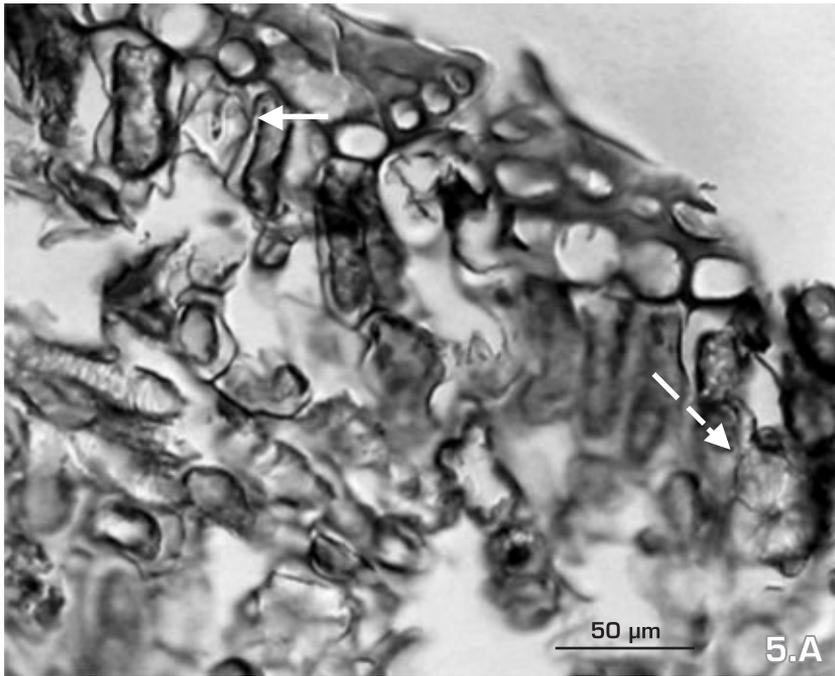


Fig. 5. *Jodina rhombifolia*. A: corte transversal del mesófilo flechas continuas indican cristales romboidales y flechas entrecortadas indican drusas de oxalato de calcio. B: Esquema de fibras esclerenquimáticas con extremos agudos a: simples y b: dicotomicos; c: osteoescleridas obtenidas por disociado de hojas.

ausencia de estomas (Fig. 2B). El tejido fundamental es colenquimático laminar con estratos esclerenquimáticos. En el centro se observan escasos elementos vasculares, principalmente vasos xilemáticos helicoidales. La disociación de la espina reveló la presencia de fibras esclerenquimáticas, algunas

septadas con extremos agudos, simples o dicotómicos.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los caracteres morfológicos y la arquitectura foliar, analizados en *Jodina rhombifolia* son coincidentes con los citados por Digilio y Legname (1966) y Luna y Sota (2003) respectivamente.

Herrero y Spegazzini (1911) observan anatómicamente mayor desarrollo de cutícula en la epidermis adaxial, células epidérmicas que aumentan de tamaño desde el exterior hacia el interior, estomas hundidos, mesófilo empalizada con células casi cilíndricas y mesófilo esponjoso con células alargadas irregulares. En contraposición en este aporte se confirmó la presencia de una cutícula con igual desarrollo en ambas epidermis (cuadro 1), células epidérmicas de tamaño homogéneo, aparato estomático hundido, mesófilo en empalizada con células prismáticas y mesófilo esponjoso con células de forma irregular.

Metcalf y Chalk (1950) citan a nivel de la familia Santalaceae la presencia de epidermis papilosas y mesófilo con células silicificadas, caracteres no observados en la presente contribución. Así mismo describen la anatomía foliar de *Jodina* sp, sabiendo que dicho género es monoespecífico podemos extender la citada descripción para la especie *rhombifolia*. Lo observado difiere en un solo carácter con este aporte y es la presencia de cristales de oxalato de calcio en epidermis y mesófilo esponjoso.

Luna y Sota (2003) observaron células del primer estrato epidérmico con paredes tangenciales externas considerablemente engrosadas, drusas y cristales romboidales solo en ambas epidermis. Esta contribución develó la presencia de cristales romboidales en epidermis y mesófilo esponjoso; las drusas se observaron presentes en un 80% y los cristales en un 40% de los individuos analizados. Las células de la epidermis presentaron paredes periclinales y anticlinales engrosadas. En estas últimas se registraron campos de puntuación primarios, no reportados aun. Por otro lado, Luna y Sota (2003) describen drusas en las células epidérmicas del pecíolo

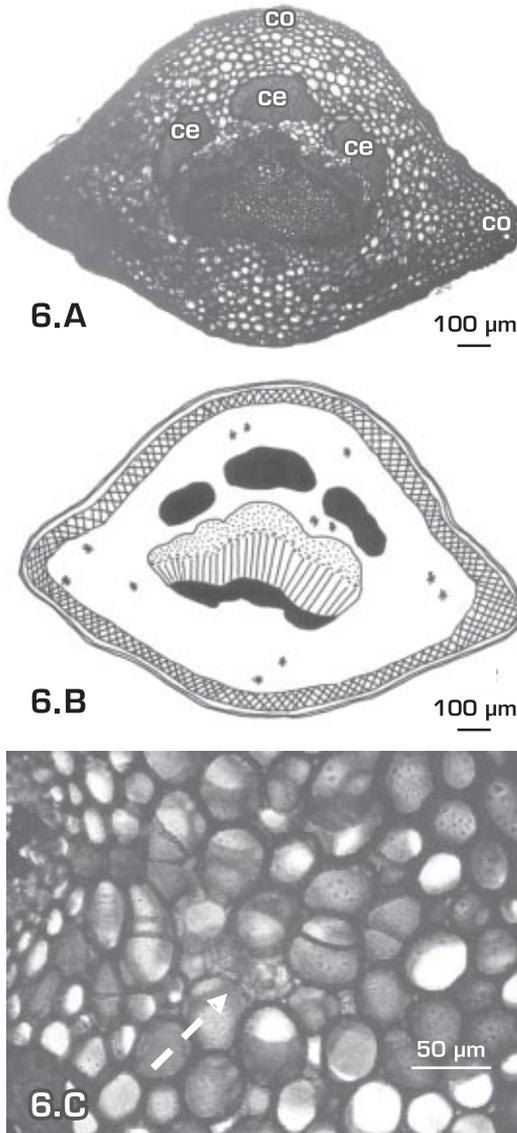


Fig. 6. *Jodina rhombifolia*. A: Corte transversal de pecíolo. B: Esquema del corte transversal de pecíolo. C: Detalle de drusa. Referencias: co: colénquima subepidérmico laminar pluriestrato ca: casquetes de esclerenquima. Simbología: □ parénquima, ▨ colénquima, |||| xilema, ▤ floema, * drusas.

lo, mientras que en la presente investigación se observaron cristales romboidales y drusas en células parenquimáticas del pecíolo.

La estructura anatómica foliar de *Jodina rhombifolia* responde a las características de una planta de ambiente xerofítico: cutículas gruesas, células epidérmicas con paredes celulares gruesas, aparato estomático hundido, mesófilo grueso con tejido en empalizada más desarrollado que el parénquima esponjoso. La hoja es isolateral y anfiestomática del tipo continental en acuerdo con lo propuesto por Luna y Sota (2003).

Se describe por primera vez la anatomía foliar de *Jodina rhombifolia* para la zona de Vipos, provincia de Tucumán.

Los ejemplares estudiados de *Jodina rhombifolia* pertenecientes a una misma población presentan una irregular distribución de las estructuras cristalinas. Por el valor sistemático que ellas poseen se sugiere realizar estudios citogenéticos a fin de encontrar variedades dentro de la especie.

BIBLIOGRAFÍA

- Chifa, C. y A. Ricciardi. 2004. Evaluación etnofarmacológica de plantas usadas popularmente por las comunidades del Chaco argentino. Resumen expandido VII Simposio Argentino y XI Simposio Latinoamericano de Farmacobotánica. Buenos Aires. Argentina.
- Carrizo, E.; M. Palacio y L. Roic. 2002. Plantas de uso medicinal en la flora de los alrededores de la ciudad de Santiago del Estero [Argentina]. *Dominguezia* 18 (1): 26-35.
- D'Ambrogio de Argüeso, A. 1986. Manual de Técnicas en Histología Vegetal. Hemisferio Sur. S A. 83 pp.
- Digilio, A. y P. Legname. 1966. Los árboles indígenas de la provincia de Tucumán. *Opera Lilloana* XV: 12.
- Dilcher, D. 1974. Approaches to the identification of angiosperm leaf remains. *Botanical Review, Lancaster*, 40 (1): 1-157.
- Dizeo de Strittmater, C. 1973. Nueva técnica de diafanización. *Bol. Soc. Arg. Bot.* 15 (1): 126-129.
- Herrero Ducloux, E. y C. Spegazzini. 1911. Datos sobre *Jodina rhombifolia* y el principio activo de sus hojas. *Rev. Univer. Buenos Aires* 15: 390-411.
- Hickey, L. 1974. Clasificación de la arquitectura de las hojas de Dicotiledóneas. *Bol. Soc. Arg. de Botánica* 116 (1-2): 1-26.
- Hieronymus, G. 1882. *Plantae Diaphoricae Florae Argentinae*. Bs. As. Kraft: 248-249.
- Johansen, D. A. 1940. *Plant microtechniques*. Mc.Graw-Hill Book Co. Inc. N York.
- Köppen, W. 1923. *Die Klimate der Erde; Grundris der Klimakunde*. Water de Gruyter Co. Berlin.
- Luna, L. y E. Sota. 2003. Estructura foliar de *Jodina rhombifolia* (Santalaceae) y sus variaciones en relación al área de distribución. *IHERINGIA, Ser. Bot., Porto Alegre*, v. 58, n. 1: 3-12.
- Metcalf, C. y L. Chalk. 1950. *Anatomy of the Dicotyledons* (2): 1195-1201. Clarendon Press Oxford.
- Salas, H. y A. Wurschmidt. 1990. Clave para la determinación de dieta de herbívoros de alta montaña en Tucumán. *Acta zoológica Lilloana* 39: 2-15.
- Zuloaga, F. y O. Morrone. 1999. *Catálogo de las plantas vasculares de la República Argentina II*. Missouri Botanical Garden Press: 1017-1019.

