

Domacios y anatomía foliar de *Jasminum* cultivados

Gonzalez Ana M.*; Stella M. Solís

Instituto de Botánica del Nordeste, CONICET, Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE. Sargento Cabral 2131, (3400) Corrientes, Argentina.

* Autor corresponsal: anitama39@gmail.com

► **Resumen** — Gonzalez Ana M.; Stella M. Solís. 2016. "Domacios y anatomía foliar de *Jasminum* cultivados". *Lilloa* 53 (2). En la familia Oleaceae se ha descrito la presencia de domacios foliares en numerosas especies, sin embargo no se han analizado desde el punto de vista anatómico. Con este objetivo se evaluaron 11 especies, con ejemplares en el herbario CTES, de las cuales en hojas de *J. azoricum* L., *J. fluminense* Vell., *J. polyanthum* Franch. y *J. sambac* (L.) Aiton, se ha observado la presencia de diferentes tipos de domacios en el hipófilo de cada folíolo. Se encontraron domacios: "en bolsillo con mechones de pelos", ubicados en las axilas entre las venas primaria y secundarias, formados por un "piso" en contacto con el limbo y un "techo" correspondiente a la formación laminar que lo cubre. El bolsillo está tapizado por epidermis con estomas y se abre al exterior a través de un orificio de tamaño variable cuyo borde está cubierto por abundantes tricomas. Los domacios "en mechones de pelos", son una agrupación de tricomas que se encuentran en las axilas de las venas terminales o entre venas intersecundarias, sin modificaciones del tejido foliar. La lámina foliar posee una epidermis uniestratificada con pelos glandulares y simples pluricelulares uniseriados, estos últimos de dos tipos: cortos y largos; el mesófilo tiene estructura dorsiventral e hipodermis. En *J. sambac* se estudió la ontogenia de los estomas y la morfo-anatomía de la hoja, la que confirma que se trata de una hoja compuesta unifoliolada y no simple como fue descrita por algunos autores. La información obtenida aporta datos para el conocimiento de estas estructuras que resultan de utilidad para la taxonomía.

Palabras clave: Estomas; hojas; tricomas; unifoliolada.

► **Abstract** — Gonzalez Ana M.; Stella M. Solís. 2016. "Domatia and leaf anatomy of cultivated *Jasminum*". *Lilloa* 53 (2). In the Oleaceae family the presence of domatia in many species has been described, but it has not been analyzed from the anatomical point of view. To this aim, 11 species with specimens in the herbarium CTES were evaluated; which *J. azoricum* L., *J. fluminense* Vell., *J. polyanthum* Franch. and *J. sambac* (L.) Aiton have domatia over the abaxial epidermis of each leaf lets. Two types of domatia were found: "pocket with tufts of hairs" located at the junction of veins 1^o and 2^o, formed by a floor in contact with the limbo and a roof formed by the leaf extension that it covers. The pocket is lined by epidermis with stomata and opens to the outside through a hole whose edge is covered with abundant trichomes. The domatia "tufts of hairs" are in the axils of the veins, unchanged from leaf tissue. The anatomy of the leaf was also analyzed, which has unistratified epidermis with glandular and simple hairs, the latter are multicellular and uniseriate, and two types are recognized: short and long hairs. A hypodermis is present and mesophyll has dorsiventral structure. In *J. sambac* the ontogeny of stomata was studied. Also, the structure of the leaf of *J. sambac*, was anatomically analyzed, which confirms that this is a unifoliolate leaf, nota simple leaf as it was described by some authors. The information obtained provides data for the knowledge of these structures that are useful for taxonomy.

Keywords: Leaves; stomata; trichomes; unifoliolate.

INTRODUCCIÓN

Los domacios son estructuras morfogenéticas (Barros, 1961; Wilkinson, 1979; Brouwer y Clifford, 1990; Solís, 1997, 2003,

2004; Gonzalez, 2011), que facilitan una relación mutualista a ocupantes circunstanciales como ácaros u hormigas, denominándose entonces acarodomacios o mirmecodomacios.

Cuando están en las hojas se localizan generalmente en el envés o en los márgenes. La

clasificación de domacios incluye cinco tipos: 1) mechones de pelos, 2) bolsas o bolsillos, 3) sacos, 4) criptas o cavidades y 5) márgenes revolutos (Wilkinson, 1979). Brouwer y Clifford (1990) en la revisión realizada sobre unas 290 familias de Dicotiledóneas leñosas con algún tipo de domacio, citan a más de veinte especies de *Jasminum* L. con la presencia de domacios foliares. El género *Jasminum* es el más grande de la familia Oleaceae, con unas 200 especies distribuidas desde trópicos a regiones templadas, cultivadas a lo largo del mundo por la fragancia de sus flores. En la familia se ha descrito la presencia de domacios en numerosas especies de 6 géneros; y de los tipos criptas, bolsillos o mechones de pelos (Watson y Dallwitz, 1992). Sin embargo no

han sido analizados desde el punto de vista anatómico.

Entre las características morfológicas, las hojas de las especies de *Jasminum* se describen como simples o compuestas, pinadas, trifolioladas o imparipinadas (Green, 1991, 2004). En los numerosos estudios taxonómicos sin embargo es frecuente que aquellas especies donde las hojas son unifolioladas o simples, estos términos sean usados como sinónimos o simultáneamente por varios autores (Green, 1991, 2004; Breteler, 2002; Chalermglin y Kiew, 2013).

A pesar de la amplia distribución del género, dado su uso como ornamental, son escasos los trabajos anatómicos existente hasta el momento. Solo la epidermis foliar, inclu-

Tabla 1. Material analizado.

Especie	Testigo
<i>J. azoricum</i> L.	ARGENTINA. Prov. Corrientes, Dpto. Capital. 9-IV-1981. Arbo 2412; Dpto. Mburucuyá, 27-I-1983. Pedersen 13491. PARAGUAY. Dpto. Capital. 31-V-1984. A. Schinini 24099.
<i>J. dichotomum</i> Vahl.	BRASIL, São Paulo, Capital. 08-VIII-1937. Etzel 12.
<i>J. fluminense</i> Vell.	PARAGUAY. Dpto. Capital. 28-VII-1972. A. Schinini 5068.
<i>J. gracillimum</i> Hook. f.	ARGENTINA. Prov. Misiones. Dpto. Leandro Alem. 15-III-69. Krapovickas <i>et al.</i> 15295.
<i>J. humile</i> L.	URUGUAY. Montevideo. 8-X-1970. Krapovickas y Cristobal 16109. PARAGUAY. Dpto. Capital. 13-X-1972. A. Schinini 5649.
<i>J. officinale</i> L.	ARGENTINA. Prov. Corrientes, Dpto. Murucuyá. 30-IV-1972. Krapovickas y Moroginski 22151; 31-I-1975. Schinini y Cristóbal 10799; Dpto. Capital. 9-VI-1984. Cristóbal 2031; 1-X-1977. Martínez Grovetto 11127. Prov. Chaco, Dpto. Colonia Benítez. 1-V-1945. Schulz 18981.
<i>J. polyanthum</i> Franch.	ARGENTINA. Prov. Corrientes, Dpto. Capital. 9-X-2007. Gonzalez A. M. 115.
<i>J. primulinum</i> Hemsl. (= <i>J. mesnyi</i> Hance)	ARGENTINA. Prov. Corrientes, Dpto. Capital. ?-VII-1989. A. Schinini 26535.
<i>J. pubescens</i> (Retz.) Willd. (= <i>J. hirsutum</i> Willd.)	ARGENTINA. Prov. Chaco, Dpto. Colonia Benítez. VI-1942. Schulz 3464.
<i>J. sambac</i> (L.) Aiton	ARGENTINA. Prov. Corrientes, Dpto. Capital. 24-X-2006. Gonzalez A. M. 100. PARAGUAY. Dpto. Capital. 27-VII-1972. A. Schinini 5073. Dpto. Central. 28-X-1996. A. Schinini <i>et al.</i> 31527.
<i>J. simplicifolium</i> G. Forst.	ARGENTINA. Prov. Corrientes, Dpto. Paso de los Libres. 18-XI-1973. A. Lourteig 2709.

yendo estomas y tricomas fue analizada por Srivastava (1975), Inamdar (1967a, 1967b, 1968) e Inamdar *et al.* (1970, 1986). El propósito de este trabajo es aportar información de la morfología y anatomía de los domacios y de la hoja en diferentes especies de *Jasminum*. La información obtenida contribuirá con datos que pueden ser de utilidad para la taxonomía.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron los ejemplares de jazmín cultivados, cuyos testigos se encuentran en el Herbario Carmen L. Cristóbal (CTES) del Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE, CONICET-UNNE), y que se citan en la Tabla 1.

En cada especie se registró presencia/ausencia y tipos de domacios. Las especies con domacios fueron procesadas a partir de material fresco para el estudio anatómico. El material fue seleccionado, eligiendo hojas sanas, las que fueron fijadas en FAA (formol, ácido acético y alcohol, en proporción 5:5:90).

Para el análisis con microscopía óptica (MO) el material se deshidrató e incluyó en parafina (técnica de Johansen, 1940, modificada por Gonzalez y Cristóbal, 1997). Se realizaron cortes transversales seriados con micrótopo rotativo en espesor de 12 μm y se coloreó usando la combinación safranina – Astra Blue (Luque *et al.*, 1996), posteriormente fueron montados con bálsamo de Canadá sintético.

Las hojas se diafanizaron con hidróxido de sodio 10% seguido de hipoclorito de sodio (Payne, 1969, modificado por Vasco *et al.*, 2014), y se tiñeron con safranina para observar la distribución y ontogenia de estomas y los tricomas en los domacios.

Para las observaciones se utilizó un microscopio óptico Leica DM LB2 equipado con filtro polarizador y cámara fotográfica Canon PowerShot S50. Las imágenes obtenidas fueron procesadas utilizando el software libre de análisis de imágenes ImageJ® (Rasband, 1997-2016).

El estudio con microscopio electrónico de barrido (MEB) se realizó en hojas fijadas, las que fueron deshidratadas en serie acetó-

nica creciente, secadas a punto crítico y metalizadas con oro-paladio. Las observaciones se realizaron en MEB JEOL LV 5800, a 20 Kv.

Para las descripciones y ontogenia de estomas se siguió la terminología de Pant (*apud* Fryns-Classens y Von Cotten, 1973) y Rudall *et al.* (2013).

RESULTADOS

Lista de especies analizadas indicando tipos de hoja, indumento y presencia de domacios: ver Tabla 2.

DOMACIOS FOLIARES

De las especies analizadas (Tabla 2), se localizaron domacios en hojas de *J. azoricum*, *J. fluminense*, *J. polyanthum* y *J. sambac*. Estas estructuras se ubican siempre en el hipofilo, a lo largo de la vena principal o primaria, en las uniones con las venas secundarias y en menor número entre venas secundarias y terciarias (Fig. 1).

El número de domacios está en relación con el tamaño de la lámina y el desarrollo de las nervaduras. En *J. sambac* generalmente se distribuyen desde la base al ápice entre 10 a 15 domacios por folíolo, y en menor cantidad y de menor tamaño en venas terciarias (Fig. 1A); en *J. azoricum* y *J. fluminense* la cantidad varía entre 5-7 domacios pequeños desde la base hasta la parte media de la vena principal, ausentes en la zona apical (Fig. 1E); en *J. polyanthum* se encuentran restringidos a unos pocos domacios entre la vena principal y la unión con las primeras venas secundarias en la base de cada folíolo (Fig. 2H).

Se encontraron dos tipos de domacios:

1) *En bolsillo con mechones de pelos*: En *J. azoricum* y *J. fluminense* el bolsillo es poco profundo, siendo observable en 3-4 cortes histológicos sucesivos (Figs. 1F; 2F-G). En tanto que *J. sambac* presenta un bolsillo con mayor profundidad y amplitud (Fig. 3A-I). Estructuralmente este tipo de domacio posee un «piso» formado por la lámina foliar y un «techo» correspondiente a la expansión laminar que lo cubre y que conecta la vena prin-

Tabla 2. Lista de especies analizadas indicando tipos de hoja, indumento y presencia de domacios.

Especie	Morfología foliar	Domacios
<i>J. azoricum</i>	Hojas compuestas trifolioladas.	Bolsillos con mechones de pelos a todo lo largo de la vena 1ª en la unión con las 2ª.
<i>J. dichotomum</i>	Hojas compuestas unifolioladas, raquis puntiforme demarcado por articulación con pecíolo. Foliolos glabros.	Ausentes.
<i>J. fluminense</i>	Hojas compuestas trifolioladas.	Mechones de pelos sobre vena principal y venas secundarias, ubicados desde la base hasta la mitad del folíolo.
<i>J. gracillimum</i>	Hojas compuestas unifolioladas, raquis puntiforme demarcado por articulación con pecíolo. Las venas son pilosas en toda su extensión, lámina casi glabra.	Ausentes.
<i>J. humile</i>	Hojas pinnaticompuestas con 5-7 folíolos. Foliolos glabros.	Ausentes.
<i>J. officinale</i>	Hoja pinnaticompuesta con 7 folíolos. Presencia de tricomas sobre el raquis y sobre vena media en la base del folíolo central.	Ausentes.
<i>J. polyanthum</i>	Hojas pinnaticompuestas con 5-7 folíolos pequeños.	Mechones de pelos en la base de cada folíolo, a los lados de la vena 1ª.
<i>J. primulinum</i> (= <i>J. mesnyi</i>)	Hojas compuestas trifolioladas. Foliolos glabros.	Ausentes.
<i>J. pubescens</i> (= <i>J. hirsutum</i>)	Hojas compuestas unifolioladas, raquis puntiforme demarcado por articulación con pecíolo. Haz glabro y envés completamente pubescente, tanto lámina como venas.	Ausentes.
<i>J. sambac</i>	Hojas compuestas unifolioladas, sin articulación, con pulvínulo ensanchado.	En bolsillo, ubicados en las axilas de la vena 1ª y 2ª. En mechones de pelos en axilas de venas terciarias.
<i>J. simplicifolium</i>	Hojas compuestas unifolioladas, raquis puntiforme demarcado por articulación con pecíolo. Foliolos glabros.	Ausentes.

cial y la secundaria (Fig. 2A). El borde del bolsillo se abre al exterior, hacia la zona apical de la lámina foliar, la que se encuentra cubierta por abundantes tricomas simples y ocasionalmente glandulares (Fig. 2B).

Al realizar el diafanizado de las hojas se pudo apreciar que los tricomas se encuen-

tran a lo largo de toda la periferia del bolsillo, nunca en su interior (Fig. 1I). También es frecuente encontrar ácaros en las cercanías y en el interior de estas estructuras (Figs. 1G; 2I, 4H).

Anatómicamente se demostró que el piso del domacio posee la misma estructura que

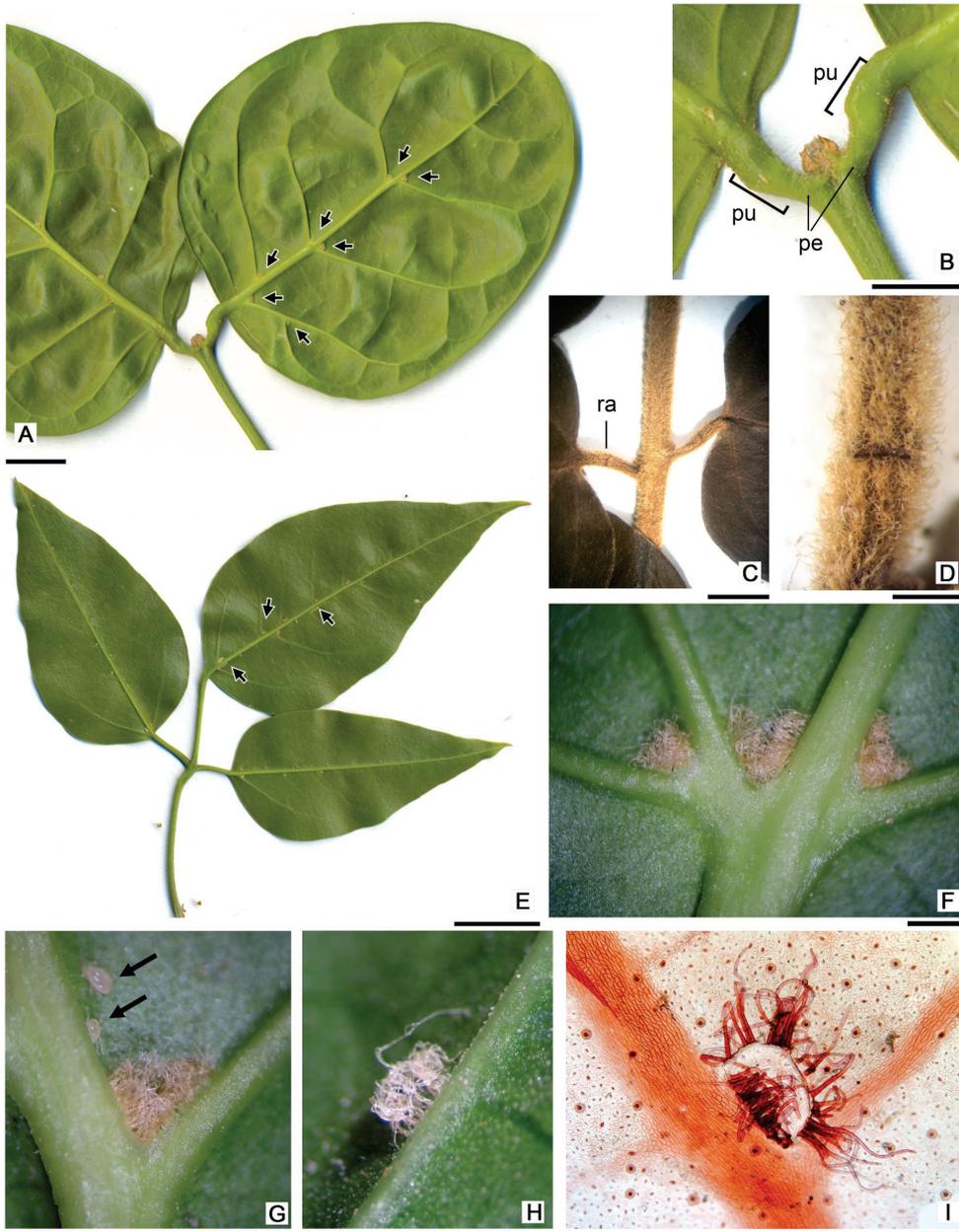


Fig. 1. Domacios y morfología foliar. A-B) *Jasminum sambac*: A) Hoja unifoliolada mostrando la ubicación de los domacios (flechas) en el hipofilo del folíolo. B) Detalle de un nudo con hojas opuestas compuestas unifolioladas, se aprecia el pulvínulo (pu) y el pecíolo (pe). C-D) *J. gracillimum*: C) Nudo con dos hojas unifolioladas con raquis puntiforme (ra), demarcado por articulación con pecíolo. D) Detalle de la articulación. E-F) *J. azoricum*: E) Hoja compuesta trifoliolada, se observa la ubicación de los domacios (flechas) en el hipofilo de cada folíolo. F) Detalle de domacios foliares en las axilas de la vena principal con las secundarias en la base del folíolo. G-I) *J. sambac*: G) Domacio en bolsillo con mechones de pelos, presencia de larvas (flechas). H) Domacios en mechones de pelos, sobre vena terciaria. I) Domacios en bolsillo diafanizado, se aprecia la presencia de pelos en los bordes de la cavidad. Escalas: A, E: 1 cm; B, C: 5 mm; D, F: 1 mm; G-I: 2 mm.

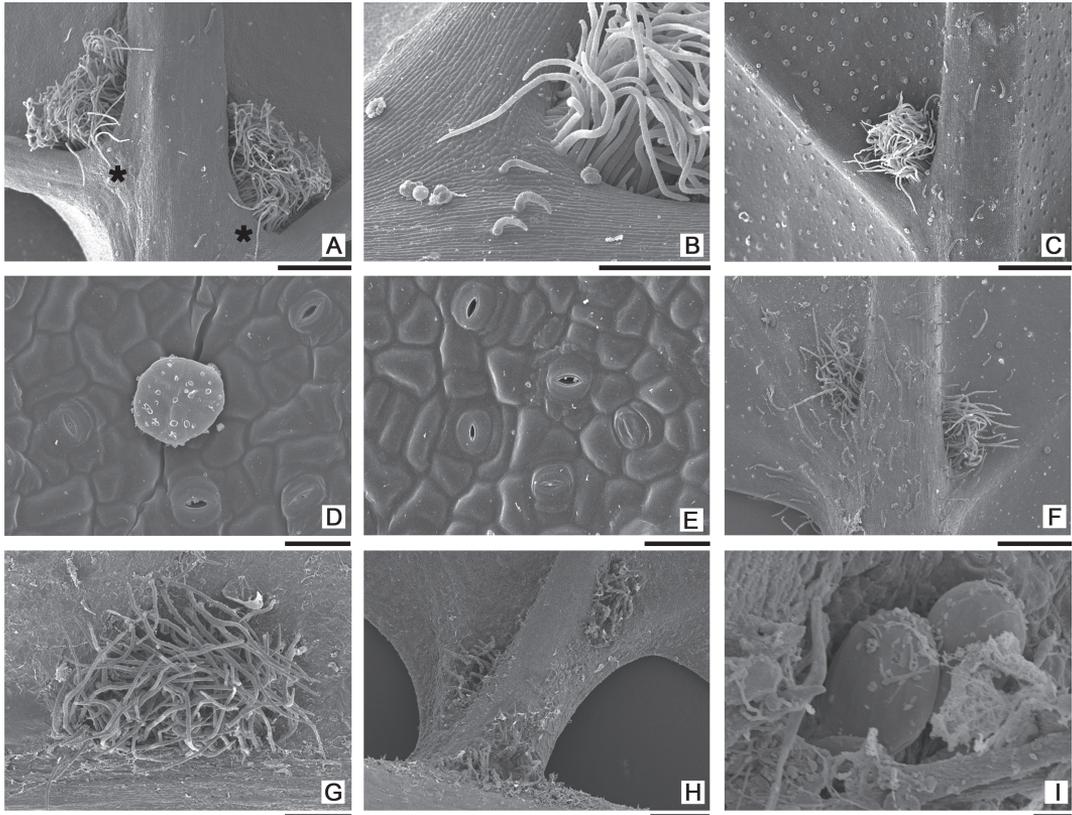


Fig. 2. Fotomicrografías en MEB. A-E) *Jasminum sambac*: A) Detalle de par de domacios en bolsillo con mechones de pelos, ubicados en las axilas de las venas, el techo del domacio se indica con *. B) Detalle del tricomas del techo y bolsillo del domacio, con tricomas glandulares y simples cortos y largos. C) Vista de un domacio en bolsillo con tricomas largos y tricomas dispersos en el hipofilo. D) Vista superficial de un pelo glandular. E) Epidermis abaxial, se observan estomas. F-G) *J. azoricum*: F) Domacios en bolsillo con mechones de pelos, ubicados en las axilas de las venas. G) Detalle del manojito de pelos que forma el domacio. H-I) *J. polyanthum*: H) Domacios en mechones de pelos. I) Huevos de insectos presentes entre los pelos del domacio. Escalas: A, C, F, H: 500 µm; B, G, I: 250 µm; D, E: 100 µm.

la hoja, siendo una continuación del mesófilo dorsiventral; con haces vasculares de pequeño diámetro, que corresponden a venas de 3° o 4° orden (Fig. 3A-L). La epidermis que tapiza el interior del bolsillo presenta estomas pequeños, que se encuentran elevados con respecto a las células epidérmicas (Fig. 4F). El techo del domacio está formado por parénquima fundamental compacto, de células grandes, tapizado por una epidermis uniestratificada cubierta por una cutícula delgada (Fig. 4H).

2) *En mechones de pelos*: Consiste en una

agrupación de tricomas. En *J. polyanthum* se observa gran cantidad de pelos (Fig. 2H), no así en *J. sambac* que se los aprecia como pequeños cepillos ubicados en las venas terciarias (Fig. 1H). Los tricomas que lo forman en general son simples y se entrelazan entre sí.

Anatómicamente a través de cortes transversales se pudo observar que no hay modificaciones del tejido foliar, solo una pequeña depresión, por lo que la zona presenta las mismas características que el resto del folíolo (Fig. 3M-O).

ANATOMÍA FOLIAR

Se analizaron tres especies: *J. azoricum*, *J. polyanthum* y *J. sambac*.

Las mismas presentan tricomas simples, uniseriados y pluricelulares, diferenciándose en aguzados cortos (Fig. 4A) y largos (Figs. 2C; 4 B-C). Las células que lo forman generalmente se caracterizan por poseer núcleo, la pared celulósica delgada, cubierta de una cutícula gruesa, lisa en el caso de los tricomas aguzados cortos y suavemente estriada en los tricomas aguzados largos. El pie está formado por una célula que sufre varias divisiones anticlinales y oblicuas (Fig. 4C). Las tres especies con domacios poseen los tricomas simples largos como componentes fundamentales del mismo (Figs. 1F-I; 2A-C; 4B). Su presencia en la lámina es escasa a ocasional, solo se observan algunos tricomas sobre la vena media y ocasionalmente sobre las venas secundarias, en el epifilo. Los tricomas aguzados cortos pueden encontrarse en el techo de los domacios (Fig. 2B) o preferentemente sobre las venas del hipofilo.

Los tricomas glandulares están formados por una célula basal, un pie corto, unicelular y una cabezuela de entre 6-10 células, de citoplasma muy denso, dispuestas en un solo plano (Figs. 2D; 4D). Son abundantes en los primordios foliares, sobre las venas (Fig. 4D); pero allí son efímeros, desprendiéndose durante la expansión foliar. En la hoja adulta persisten en la lámina y en los bordes de los domacios, ubicados en depresiones de la epidermis (Fig. 4E).

En corte transversal de un folíolo, ambas epidermis son uniestratificadas, formadas por células pequeñas, poligonales, de paredes anticlinales rectas, cubiertas por una cutícula engrosada, especialmente en *J. polyanthum* (Fig. 4I). La epidermis adaxial del folíolo presenta estomas únicamente sobre la vena media de la hoja, levemente elevados. En *J. azoricum* los estomas se encuentran en toda la epidermis superior. En todas las especies analizadas, la epidermis abaxial posee abundantes estomas, y se ubican al mismo nivel de las restantes células epidérmicas.

Por debajo de la epidermis, en la zona de las venas mayores (principal y secundarias) se ubica una capa de hipodermis, formada por células similares a las epidérmicas. El análisis de primordios foliares permitió observar que en la ontogenia esta capa se forma a partir de meristema fundamental.

El mesófilo es heterogéneo y dorsiventral. El parénquima en empalizada posee de 2-4 capas de células rectangulares cortas. En *J. polyanthum* el parénquima en empalizada tiene células cuadrangulares a redondeadas, con poca diferenciación con las células del parénquima esponjoso orientado hacia el hipofilo, el parénquima esponjoso con células redondeadas con escaso desarrollo de espacios intercelulares (Fig. 4I), solo en *J. sambac* las células poseen brazos cortos que determinan la presencia de mayor cantidad de espacios intercelulares.

Una característica destacada de las tres especies es la existencia de pequeños cristales de oxalato de calcio en cada una de las células del parénquima clorofiliano, tanto empalizada como esponjoso. En *J. azoricum* y *J. sambac* son esferitas o microdrusas con tamaños de 3,1-(4,8)- 6,7 μm , en *J. polyanthum* además hay cristales prismáticos, tanto alargados (14,3 x 3,5 μm) como poliedros regulares (8,7-(8,9)- 9,1 μm), éstos se presentan en la misma célula que tiene una microdrusa (Fig. 4K). Todos los cristales manifiestan birrefringencia al ser observados con luz polarizada (Fig. 4J).

ONTOGENIA DE LOS ESTOMAS EN *J. SAMBAC*

Se analizó el desarrollo de la epidermis de primordios foliares y hojas adultas (Fig. 5A, B). En los primordios se observaron células de la protodermis que actúan como células madres de los meristemoides (CMM) (Fig. 5C), las cuales sufren divisiones asimétricas originando pares de células: una célula madre de las epidérmicas propiamente dichas y otra célula pequeña que constituye un meristemoide (también denominado célula madre de las oclusivas) (Fig. 5D). El meristemoide es una célula triangular que se divide simétricamente dando el par de célu-

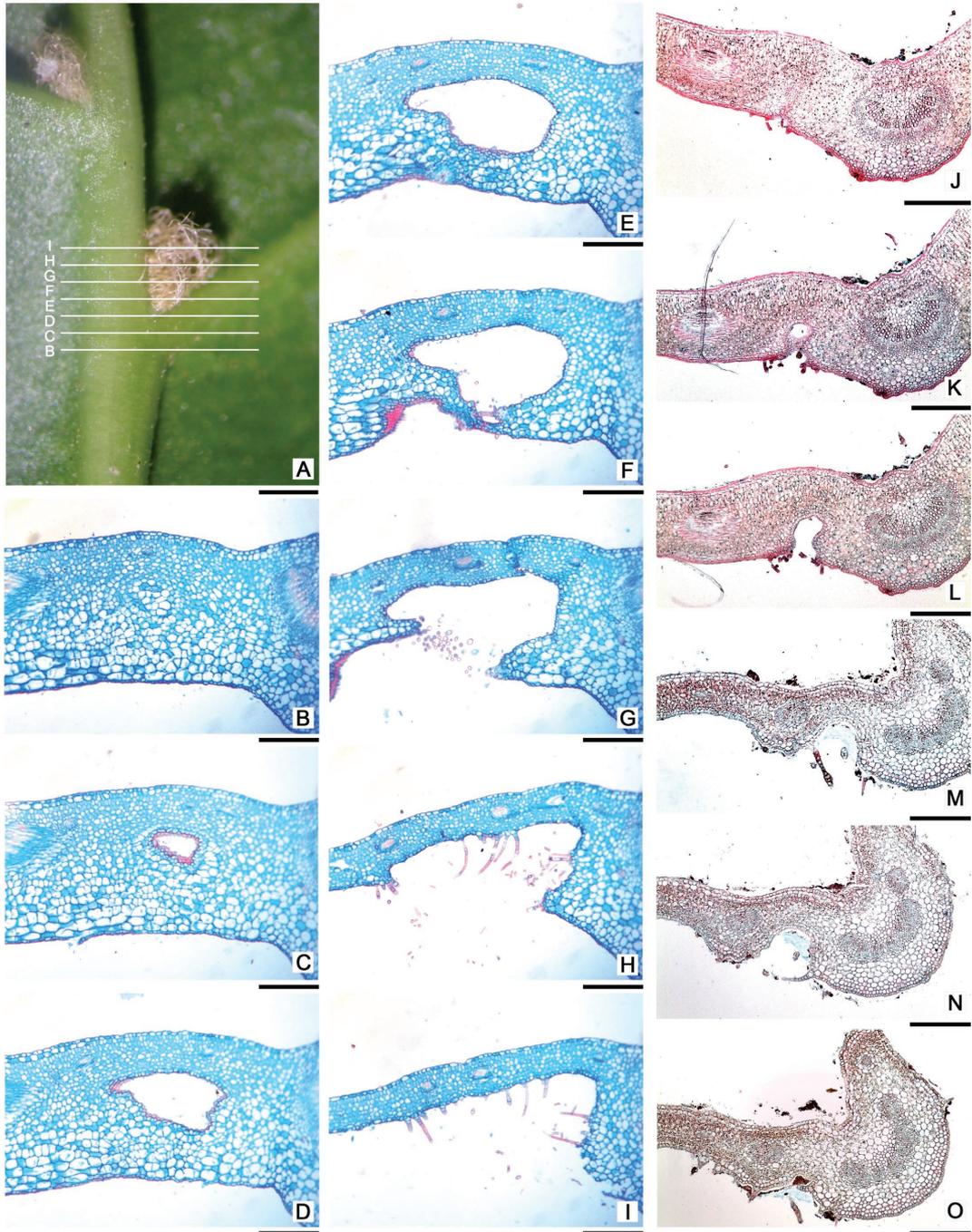


Fig. 3. Anatomía de domacios foliares (MO). A-I) *Jasminum sambac*: A) Vista superficial del domacio en bolsillo con mechones de pelos mostrando la posición de los transcortes de B-I. J-L) Cortes transversales sucesivos de un domacio pequeño en bolsillo en *J. azoricum*. M-O) Cortes transversales sucesivos de un domacio en mechones de pelos en *J. polyanthum*. Escalas: A-O: 250 µm.

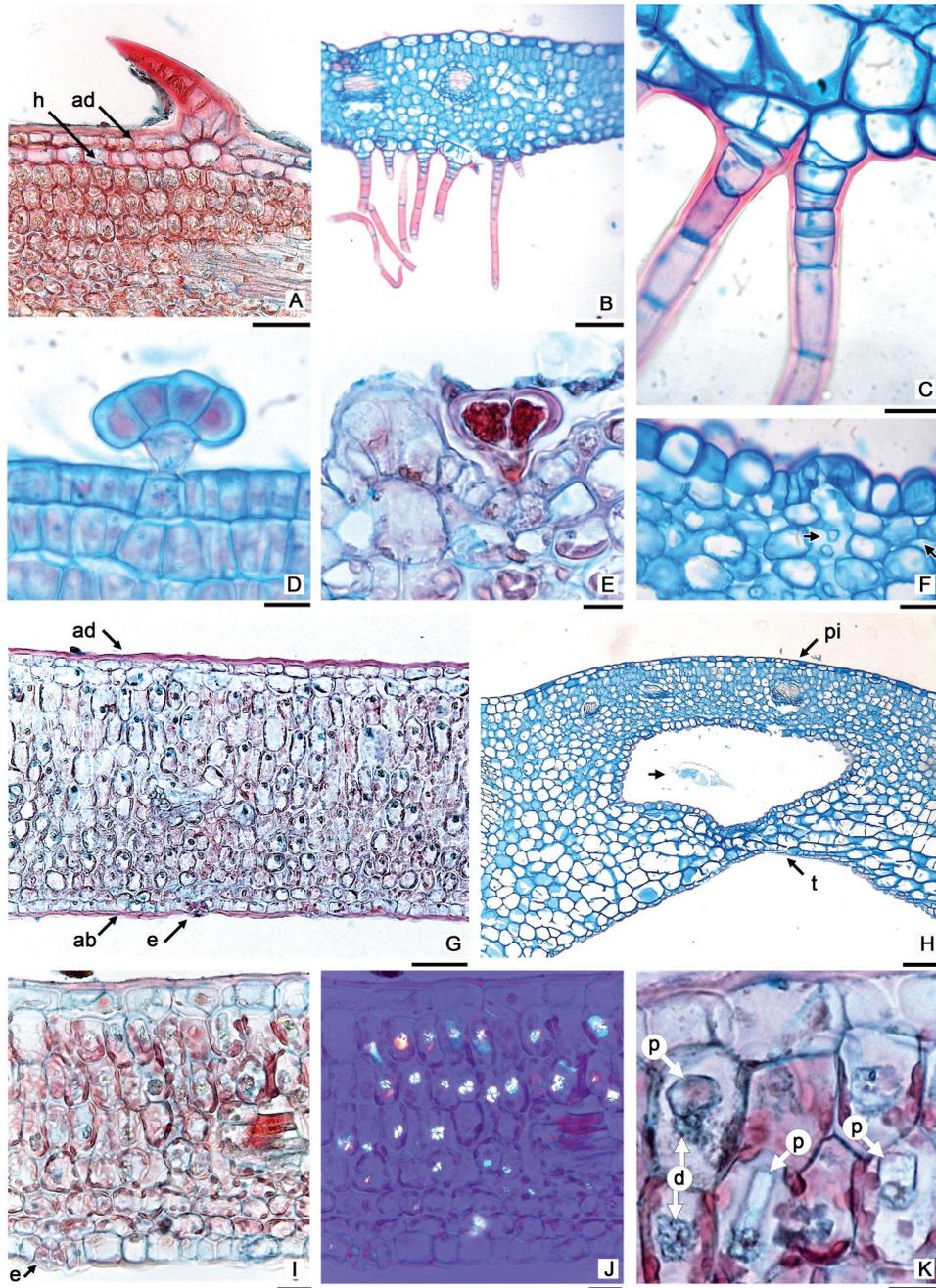


Fig. 4. Anatomía foliar y de domacios en corte transversal (MO). A, E, I-K) *Jasminum polyanthum*. B-D, F-H) *J. sambac*. A) Pelo simple aguzado corto. B-C) Pelos simples largos. D) Pelo glandular en hoja joven. E) Pelo glandular en la epidermis del domacio. F) Estoma en epidermis de domacio. G) Detalle de mesófilo. H) Domacio mostrando los tejidos del techo y el piso, en el interior de la cavidad se observa la presencia de una larva (flecha). I) Mesófilo. J) Detalle de foto I mostrando el mesófilo con luz polarizada, se visualizan los cristales. K) Detalle de células con diferentes tipos de cristales. Abreviaturas: ad. adaxial; ab. abaxial; d. drusa; e. estoma; h. hipodermis; p. cristal poliédrico; pi. piso; t. techo. Escalas: A, B, G: 50 µm; C, I-K: 20 µm; D, E, F: 10 µm. H: 100 µm.

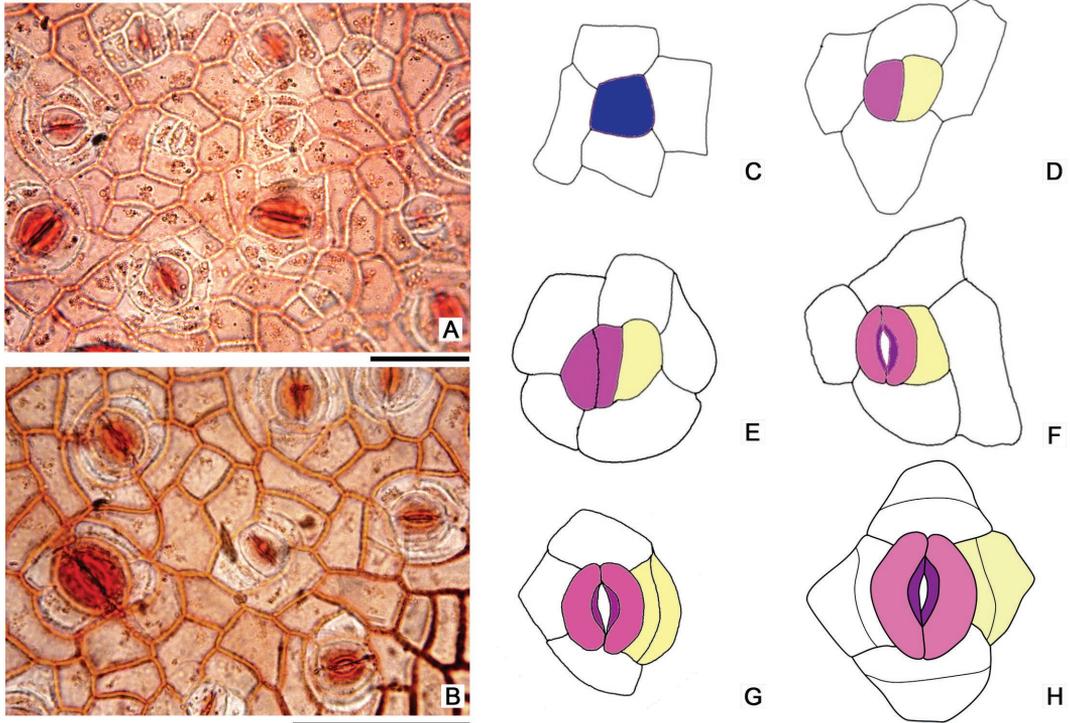


Fig. 5. Ontogenia de estoma en *Jasminum sambac*. A-B) Fotomicrografía de epidermis donde se observan estomas en diferentes etapas del desarrollo. A) Epidermis de un primordio foliar. B) Epidermis de un folíolo adulto. C-H) Esquemas de la ontogenia de un estoma. C) Célula madre de los meristemoideos (CMM) en azul. D) División de CMM dando una célula madre de las epidérmicas propiamente dichas (amarillo) y meristemoide (rosa). E) División simétrica del meristemoide originando las dos células oclusivas (rosa). F) Formación del estoma con delimitación del ostiolo. G) División de la célula madre de las epidérmicas originando las dos células anexas (amarillo). H) Aparato estomático conformado por un par de células oclusivas y dos anillos de 4 (5) células anexas. Escalas: A, B: 25 µm.

las oclusivas (Fig. 5E), que adquieren la típica forma arriñonada delimitando un ostiolo en el centro (Fig. 5F). La célula madre de las epidérmicas propiamente dichas es de tamaño mayor, y se divide tangencialmente a la oclusiva adyacente dando un par de células anexas (Fig. 5G). La misma división tangencial ocurre en las 3-4 células protodérmicas que rodean a las CMM, también completan el desarrollo del estoma con dos ciclos de células anexas. Estas células anexas, denominadas laterales, tienen un origen ontogenético perígeno, es decir resultan de divisiones asimétricas de células vecinas a la CMM. El aparato estomático queda así conformado por un par de células oclusivas y dos anillos de 4 (5) células anexas (Fig. 5H).

Hojas unifolioladas (Fig. 6).— De las especies analizadas se observó la presencia de este tipo de hoja en *J. dichotomum*, *J. gracillimum*, *J. pubescens*, *J. simplicifolium* y *J. sambac*. Las cuatro primeras presentan un raquis puntiforme determinado por una articulación bien delimitada por una constricción, formada por tejido de abscisión (Fig 1C-D). En *J. sambac* la porción que conecta la lámina con el nudo está formada por un pecíolo en el tercio basal, estrecho y corto (0,16-0,17 cm de longitud) que se prolonga sin solución de continuidad con un pulvínulo engrosado, largo (0,58-0,65 cm); no existe un raquis entre ambos (Fig. 1B). La cara adaxial de este ensanchamiento es pilosa, mientras que la abaxial es glabra y brillante.

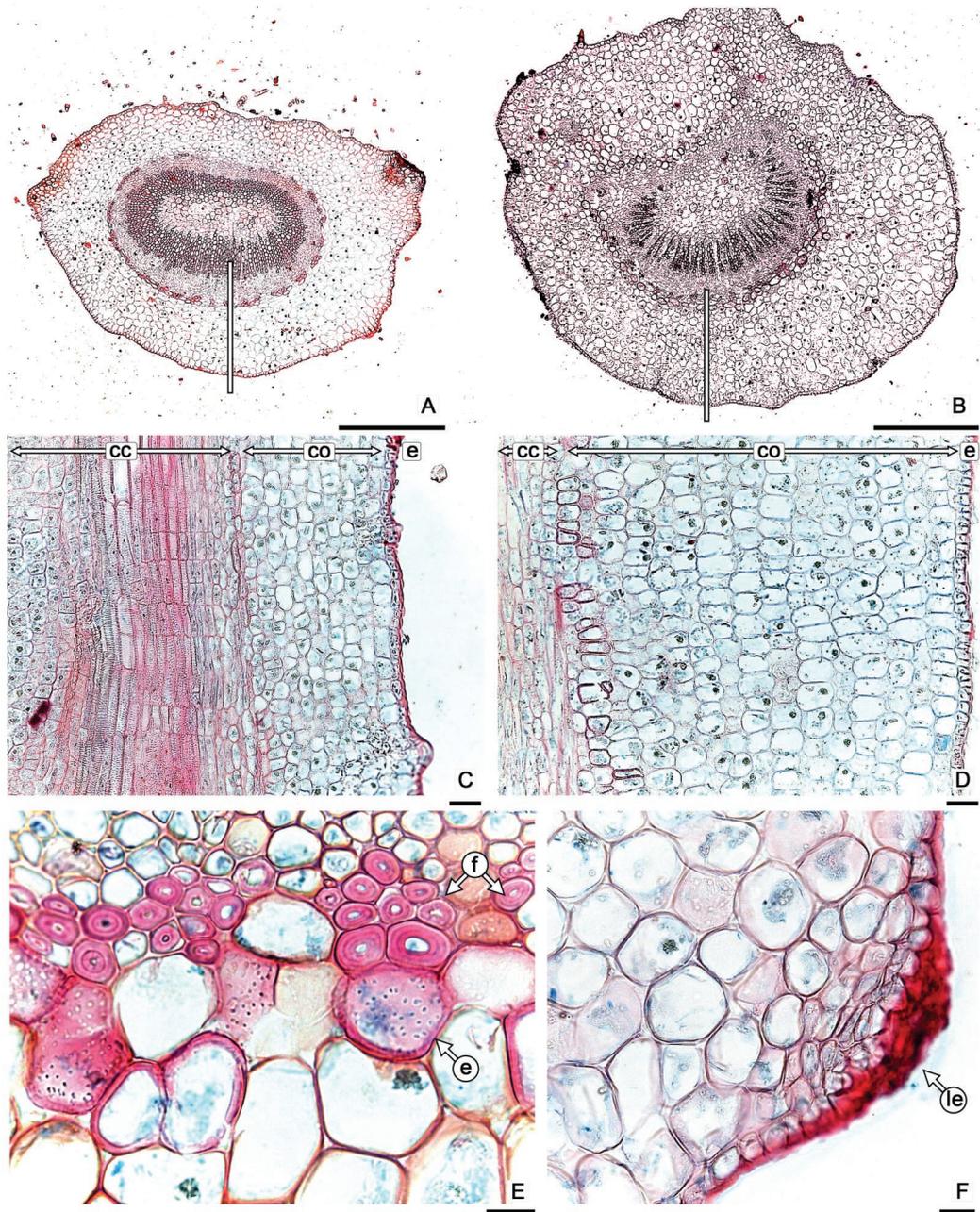


Fig. 6. Anatomía de la articulación de hoja unifoliolada en *Jasminum sambac*. A) Corte transversal de pecíolo. B) Corte transversal de pulvínulo. C) Detalle en corte longitudinal de la región indicada en A, donde se diferencia cilindro central (cc), córtex (c) y epidermis (e). D) Detalle en corte longitudinal de la región indicada en B, donde se visualiza cilindro central (cc), córtex (c), y epidermis (e). E) Fibras (f) y esclereidas (e) del pecíolo. F) Sector del pecíolo mostrando una lenticela (le). Escalas: A, B: 500 μm ; C-F: 20 μm .

Este pulvínulo permite la articulación del único folíolo, sustituyendo al raquis punti-forme de las restantes especies unifolioladas.

Anatómicamente, en cortes transversales y longitudinales, el pecíolo presenta un cilindro central formado por una sifonostela ectofloica (Fig. 6A, C), rodeado por una a dos capas de esclerénquima donde se alternan fibras con braquiesclereidas (Fig. 6E). El córtex tiene un espesor de 0,22 - 0,27 mm, formado por 4-5 capas de colénquima angular subepidérmico y número similar de capas de parénquima clorofiliano. La epidermis es uniestratificada; con estomas, debajo de los cuales se inicia la formación de lenticelas, razón por la que se observan elevados (Fig. 6F).

El pulvínulo se diferencia del pecíolo por el mayor desarrollo de la región cortical, que alcanza un espesor de 0,51 - 0,64 mm. El sistema vascular se fracciona separándose en dos trazas laterales y quedando en el centro un gran haz vascular en forma de «C». Una capa de braquiesclereidas y fibras continúa rodeando este haz central (Fig. 6B, D). En el parénquima cortical las células se disponen radialmente alrededor del cilindro central, son muy vacuoladas, lo que facilitaría la articulación entre la lámina del folíolo y el pecíolo, éstas células poseen las mismas microdrusas descriptas para la lámina foliar. La epidermis es uniestratificada, con gran cantidad de tricomas simples largos concentrados en la cara adaxial del pulvínulo.

Dado que la histología del pecíolo y pulvínulo es muy similar, se calculó el porcentaje de tejidos que forman la zona cortical en ambos, en relación al área total de cada porción de la hoja (Tabla 3).

DISCUSIÓN

La presencia de domacios ha sido citada en las diversas revisiones taxonómicas para el género *Jasminum*, y fue utilizada inclusive como carácter para separar especies (Bretelet, 2002). Este trabajo constituye la primera descripción anatómica de su estructura, confirmándose las observaciones exomorfológicas realizadas por Brouwer y Clifford (1990) quienes describen domacios tipo cavidades, bolsillos o mechones de pelos. El uso de diversas técnicas histológicas permitió describir con precisión la distribución de los tricomas, solo restringidos a la periferia del domacio y no en toda su superficie, como usualmente se infiere.

La estructura anatómica de los folíolos de las especies de jazmín analizadas en el presente estudio concuerdan a grandes rasgos con lo descrito por Sabharwal *et al.* (2011), pese a que estos autores no diferenciaron la presencia de hipodermis. Un carácter destacable también fue la presencia de microdrusas o esferitas, cristales diminutos, asociados a otros cristales prismáticos. Lersten y Horner (2009) realizaron un exhaustivo estudio en 230 especies de la familia Oleaceae, destacándose *Jasminum* por la presencia de drusas que no superan las 5 μm y ausencia de cristales en relación a tejidos vasculares. Nuestras observaciones concuerdan con lo descrito por Lersten y Horner (2009) en la presencia de pequeñas esferitas, solo que en *J. polyanthum* se encontró simultáneamente dos tipos de cristales en la misma célula.

La epidermis de cinco especies de *Jasminum* fueron estudiadas por Srivastava (1975), sin embargo ninguna de las analizadas aquí están incluidas en el mencionado estudio. El género fue descrito con estomas

Tabla 3. Proporción de áreas ocupada por el córtex en corte transversal de pecíolo y pulvínulo.

	Área total (mm ²)	Área del córtex (mm ²)	% ocupado por córtex
Pecíolo	1.814	1.119	61 %
Pulvínulo	2.705	2.122	78 %

anomocíticos (Metcalf y Chalk, 1950; Srivastava, 1975; Inamdar, 1967a, 1968); sin embargo estos autores frecuentemente han encontrado variaciones como la ocurrencia de estomas paracíticos o con una sola célula anexa. Inamdar (1968) describe la ontogenia de los estomas como perígenos, nuestras observaciones muestran que las células anexas tienen doble origen: un par de ellas son mesógenas, porque derivan de las células madres de meristemoides y pertenecen al mismo linaje que el estoma, mientras que las células anexas restantes son perígenas, ya que derivan de las células protodérmicas laterales a la células madres de meristemoides. Estas células se denominan células anexas laterales. Por esta secuencia de desarrollo el origen del estoma se describe como mesoperígeno.

El estoma de *J. sambac* se define como estefanocítico bicíclico, término modificado por Carpenter (2005) del tipo estefanocítico introducido por Baranova (1987). Consiste de dos círculos concéntricos de células anexas que forman una roseta.

La familia Oleaceae fue descrita con hojas simples, trifolioladas o imparipinnadas (Green, 1991, 2004). Green (2004) describe el género *Jasminum* con hojas simples, tri- o imparipinnadas; en aquellas especies que considera con hojas simple, puntualiza la existencia de una clara línea de abscisión en la base del raquis.

El uso del término hoja unifoliolada es un poco ambiguo en la literatura taxonómica del género *Jasminum*: Breteler (2002) utiliza como sinónimos los términos hoja unifoliolada y hoja simple en su clave de *Jasminum*. Son varias las especies de *Jasminum* descritas inequívocamente como unifolioladas (Chalermglin y Kiew, 2013). En especies como *J. sambac* y *J. multiflorum* las hojas se describen como simples por LaGreca (1996) y Acevedo-Rodríguez (2005).

Comparando las definiciones de los principales diccionarios de Botánica Allaby (2012) y Font Quer (1953) se comprende la ambigüedad en las descripciones taxonómicas, sin embargo hay una coincidencia que una hoja unifoliolada es una hoja compuesta

con un único folíolo, con una articulación o pulvínulo evidente ubicado entre el pecíolo y el folíolo. El diccionario Font Quer (1953) señala además que cuando hay hojas unifolioladas generalmente hay además especies congéneres con hojas trifolioladas. En las Oleaceae, el género *Fraxinus* presenta representantes con hojas pinnaticompuestas, trifolioladas y hojas unifolioladas como *F. anomala* y *F. greggii* (Nesom, 2010). La misma situación se presenta en *Jasminum*. En este género, varias especies presentan una articulación muy notable entre pecíolo y folíolo, demarcada por tejido de abscisión. El análisis morfoanatómico realizado en *J. sambac* muestra que esta especie también presenta hojas verdaderamente unifolioladas, si bien no existe el tejido de abscisión como en las restantes especies, es evidente la articulación entre el pecíolo y el folíolo, en este caso por la presencia de un pulvínulo. Esta adaptación posee un mayor desarrollo del córtex, caracterizado por la presencia de un tejido parenquimático vacuolado; carácter que ya fuera citado en otras especies que lo presentan, especialmente en las Fabáceas (Rodríguez y Machado, 2004).

En la literatura, este tipo de hoja unifoliolada es mencionado como un carácter intermedio entre una hoja simple y una compuesta, constituyendo una serie ordenada de transformación. La hoja unifoliolada es considerada como una reducción de la hoja compuesta (Simpson, 2010), de la cual deriva, manteniendo aún restos del peciolulo (Lekhak *et al.*, 2012).

CONCLUSIÓN

En este trabajo se muestra como la aplicación de diversas metodologías, tanto de microscopía electrónica de barrido y microscopía óptica, a través de sus diversas técnicas como cortes seriados y diafanización, permitieron el análisis y registro de la anatomía foliar de especies cultivadas de *Jasminum*. Los caracteres encontrados concuerdan a grandes rasgos con los detallados en las escasas especies que han sido estudiadas previamente. Entre los nuevos datos se descri-

ben anatómicamente y de manera detallada dos tipos de domacios, además del tipo de estomas y su ontogenia en *J. sambac*. Asimismo se destaca la contribución de la anatomía en el esclarecimiento de los términos «hoja unifoliolada» versus «hoja simple», reconociendo el uso incorrecto del último término para el género *Jasminum*.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste por los subsidios para la realización de este estudio y a los revisores por sus contribuciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo-Rodríguez P. 2005. Vines and Climbing Plants of Puerto Rico and the Virgin Islands. Smithsonian Institution. Contributions from the United States National Herbarium 51: 1-483.
- Allaby M. I. 2012. A Dictionary of Plant Sciences. OUP Oxford, Inglaterra, 565 pp.
- Baranova M. A. 1987. Historical development of the present classification of morphological types of stomata. The Botanical Review 53: 53-79.
- Barros A. M. 1961. Ocorrência das domácias nas Angiospermas. Anais da Escola Superior de Agricultura. «Luiz de Queiroz» 18: 113-130.
- Breteler F. J. 2002. Novitates Gabonenses 42. The genus *Jasminum* (Oleaceae) in Gabon: identification key and description of a new species. Adansonia 24 (1): 49-54.
- Brouwer Y. M., Clifford H. T. 1990. An annotated list of domatia bearing species. Notes Jodrell Laboratory 12: 1-33.
- Carpenter K. J. 2005. Stomatal architecture and evolution in basal angiosperms. American Journal of Botany 92: 1595-1615.
- Chalermglin P., Kiew R. 2013. A new species of *Jasminum* (Oleaceae) from Thailand. Blumea 58: 80-81.
- Font Quer P. 1953. Diccionario de Botánica. Ed. Labor S.A. Barcelona. España.
- Fryns-Claessens E., Von Cottlem W. 1973. A new classification of the ontogenetic types of stomata. The Botanical Review 39 (1): 71-138.
- Gonzalez A. M. 2011. Domacios y nectarios extraflorales en Bignoniáceas: componentes vegetales de una interacción mutualística. Boletín Sociedad Argentina de Botánica 46 (3-4): 271-288.
- Gonzalez A. M., Cristóbal C. L. 1997. Anatomía y Ontogenia de Semillas de *Helicteres Ihotzkyana* (Sterculiaceae). Bonplandia 9 (3-4): 287-294.
- Green P. S. 1991. Notes on Oleaceae for Flora Mesoamericana. Kew Bulletin 46 (2): 273-276.
- Green P. S. 2004. Oleaceae. In: Kubitzki, K. (ed.). The families and genera of vascular plants. Vol. 7 Lamiales (ed: Kadereit, J. W.). Springer, Heidelberg.
- Inamdar J. A. 1967a. Stomatal ontogeny in *Jasminum officinale* L. Current. Science 36: 443-444.
- Inamdar J. A. 1967b. Studies on the trichomes of some Oleaceae, structure and ontogeny. Proceedings of the Indian Academy of Science 66: 164-177.
- Inamdar J. A. 1968. Ontogeny of stomata in some Oleaceae. Proceedings of the Indian Academy of Science 67: 157-164.
- Inamdar J. A., Chohan A. J., Patel R. C. 1970. Morphological studies in *Jasminum officinale* Linn. Vidya. Journal Gujarat University 13 (2): 106-113.
- Inamdar J. A., Patel R. C., Mohan J. S. S. 1986. Structure and ontogeny of stomata in some Oleaceae. Feddes Reperit 97: 291-302.
- Johansen D. A. 1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill Book Co. Inc. New York and London. 511 pp.
- LaGreca S. 1996. Oleaceae. In: Flora of St. John, U.S. Virgin islands. Acevedo-Rodríguez P. et al. (Eds.). Memoirs of the New York Botanical Garden 78: 1-581.
- Lekhak M. M., Kumar A., Yadav S. 2012. Phylogenetic Suystematics. In: Plant Taxonomy: Past, present and future. R. Gupta (ed.). pp. 175-210.
- Lersten N. R., Horner H. T. 2009. Crystal diversity and macro patterns in leaves of Oleaceae. Plant Systematics and Evolution 282: 87-102.
- Luque R., Sousa H. C., Kraus J. E. 1996. Métodos de coloração de Roeser (1972) – modificado – e Kropp (1972) visando a substituição do azul de astra por azul de alcião 8 GS ou 8 GX. Acta Botanica Brasílica 10 (2): 199-212.
- Metcalfe C. R., Chalk I. 1950. Anatomy of the Dicotyledons I. Clarendon Press, Oxford. Inglaterra, 724 pp.
- Nesom G. L. 2010. Geography of unifoliolate taxa of *Fraxinus* (Oleaceae). Phytoneuron 17: 1-6.
- Payne W. W. 1969. A quick method for clearing leaves. Ward's Bulletin 8: 4-5.
- Rasband W. S. 1997-2016. ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <http://imagej.nih.gov/ij>.
- Rodrigues T. M., Machado S. 2004. Anatomia comparada do pulvino, peciolo e rafique de *Pterodon pubescens* Benth. (Fabaceae - Faboideae). Revista Brasileira de Botânica 18 (2): 381-390.
- Rudall P. J., Hilton J., Bateman R. M. 2013. Several developmental and morphogenetic factors govern the evolution of stomatal patterning in land plants. New Phytologist 200: 598-614.
- Sabharwal S., Vats M., Sardana S., Aggarwal S. 2011. Pharmacognostical, physico and phytochemical evaluation of the leaves of *Jasminum sambac*

- Linn. (Oleaceae). International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences 3 (4): 237-241.
- Simpson M. G. 2010. Plant Systematics. 2^a Edition. Academic Press. 752 pp.
- Solís S. M. 1997. Estudio anatómico de domacios foliares en tres especies de la familia Rutaceae. Bonplandia 9 (3-4): 295-303.
- Solís S. M. 2003. Domacios foliares en dos especies de *Terminalia* L. (Combretaceae). Madroño 50 (2): 94-100.
- Solís S. M. 2004. Domacios foliares en dos especies de *Campomanesia* (Myrtaceae). Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 39 (1-2): 59-65.
- Srivastava K. 1975. Epidermal studies in some species of *Jasminum*. Proceedings of the Indian Academy of Science 81 (3): 111-117.
- Vasco A., Thadeo M., Conover M., Daly D. C. 2014. Preparation of samples for leaf architecture studies, a method for mounting cleared leaves. Applications in Plant Sciences 2 (9): doi: 10.3732/apps.1400038.
- Watson L., Dallwitz M. J. 1992 on wards. The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. Version: 16th May 2016, delta-intkey.com.
- Wilkinson H. P. 1979. The plant surface (mainly leaf), part IV domatia. In: Metcalfe C. R. & L. Chalk (eds.). Anatomy of the Dicotyledons, 2nd ed., Clarendon Press, Oxford. Inglaterra, pp. 132-140.