

Caracterización Morfoanatómica de Hoja, Tallo, Fruto y Semilla de *Salvia hispanica* L. (*Lamiaceae*)

[Morphoanatomical characterization of *Salvia hispanica* L. (LAMIACEAE) leaf, stem, fruit and seed]

Oswaldo DI SAPIO¹, Mirian BUENO², Héctor BUSILACCHI², Mirta QUIROGA³ & Cecilia SEVERIN^{4,5}

¹ *Farmacobotánica, Facultad Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, Universidad Nacional de Rosario, Suipacha 531 (S2002LRK) Rosario, Argentina*

² *Biología, Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Argentina*

³ *Botánica Sistemática, Facultad Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Salta, Argentina*

⁴ *Fisiología Vegetal, Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Argentina*

⁵ *CIUNR. CC 14 (S2125ZAA) Zavalla, Argentina.*

Contactos | Contacts: Oswaldo DI SAPIO - E-mail address: odisapio@fbioyf.unr.edu.ar

Abstract

The 'chía', *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae), is an herbaceous annual plant native to Mexico. Its fruits contain antioxidant substances important for human nutrition, such as linoleic and α -linolenic acids, natural sources of omega-3 and omega-6 acids. The aim of this work was to establish morphological and anatomical diagnostic characters for leaf, stem, fruit and seed of the species in order to contribute to the botanical quality control in the marketing process as raw material for food and/or pharmaceutical industry.

Keywords: *Salvia hispanica*, *Lamiaceae*, morphology, anatomy.

Resumen

Salvia hispanica L., "chía", (Lamiaceae), es una planta herbácea, anual, originaria de México. Sus frutos contienen antioxidantes, ácido linoleico y α -linolénico, fuente natural de ácidos grasos omega-6 y omega-3, importantes en la nutrición humana. El objetivo de éste trabajo fue establecer caracteres morfológicos y anatómicos diagnósticos de hoja, tallo, fruto y semilla de dicha especie, a fin de contribuir al control de calidad botánico en el proceso de comercialización como materia prima para la industria alimenticia y/o farmacéutica.

Palabras Clave: *Salvia hispanica*, *Lamiaceae*, morfología, anatomía.

Recibido | Received: 22 de Diciembre de 2011.

Aceptado en versión corregida | Accepted in revised form: 27 de Febrero de 2012.

Publicado en línea | Published online: 30 de Mayo de 2012.

Este artículo puede ser citado como / This article must be cited as: Oswaldo Di Sapio, Mirian Bueno, Héctor Busilacchi, Mirta Quiroga, Cecilia Severin. 2012. Caracterización Morfoanatómica de Hoja, Tallo, Fruto y Semilla de *Salvia hispanica* L. (*Lamiaceae*). Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat 11(3): 249 – 268.

INTRODUCCIÓN

La familia *Lamiaceae* Lindley (= *Labiatae* Juss.) está constituida por 7 subfamilias, las cuáles comprenden ca. 300 géneros con alrededor de 7500 especies (Brummitt, 1992; Stevens, 2001) ampliamente distribuidas por las regiones cálidas y templadas de ambos hemisferios (Añon Suarez de Cullen, 1965; Cronquist, 1993). Las plantas de esta familia se caracterizan por presentar hojas simples, opuestas, aromáticas y flores bilabiadas, hermafroditas con estilo ginobásico (Crespo, 1979; Dimitri, 1988; Boelcke, 1992). En la Argentina habitan 28 géneros, de los cuales 16 son nativos y 12 introducidos (Hauman, 1984; Xifreda, 1999). La familia *Lamiaceae* ha tomado importancia en años recientes ya que se ha detectado la presencia, de compuestos con actividad tanto bactericida como bioinsecticida de diferentes organismos (Diaz *et al.*, 1988; Sharma *et al.*, 1992; Ahmed *et al.*, 1994; Pascual-Villalobos *et al.*, 1997). El género *Salvia* es considerado el más numeroso de esta familia y los relevamientos etnobotánicos señalan para las especies nativas, propiedades digestivas, protectoras hepáticas, antitusivos y dermatopáticas (Hieronymus, 1882; Dominguez, 1928; Toursarkissian, 1980; Rondina *et al.*, 2003; Barboza *et al.*, 2006). Entre las especies exóticas, las clusas de *S. hispanica* L. (“chía”) habitualmente llamadas “semillas”, contienen ácido linoleico y α -linolénico, que representan la mayor fuente natural de ácidos grasos omega-6 y omega-3, los cuales son muy importantes en la nutrición humana por reducir los riesgos de padecer enfermedades cardiovasculares (Ayerza *et al.*, 2002). Poseen además, alto contenido de antioxidantes (Taga *et al.*, 1984; Di Sapio *et al.*, 2008), son ricas en fibras, no contienen gluten y han demostrado excelentes propiedades en casos de hiperlipidemias (Chicco *et al.*, 2009).

S. hispanica conocida como “salvia española”, “artemisa española”, “chía mejicana”, “chía negra” o simplemente “chía”, es una planta anual originaria de las zonas montañosas del oeste y centro de México (Beltran-Orozco y Romero, 2003; Ayerza y Coates, 2006). Aunque se desconocen los orígenes de su cultivo y los procesos de su domesticación, la selección humana en esta especie ha sido una fuerza poderosa en su evolución, dada la capacidad de la planta de producir miles de semillas, combinada con su ciclo de vida anual, su sistema de polinización altamente autógamo y la alta heredabilidad de algunas características fenotípicas (Cahill, 2005; Cahill y

Ehdale, 2005; Ayerza, 2009). Es probable que exista una amplia diversidad entre poblaciones de *S. hispanica* (Coates y Ayerza, 1998; Cahill, 2004; Hernández-Gómez y Miranda-Colin, 2008). Debido a que un gran número de especies de la familia *Lamiaceae* producen compuestos de fuerte impacto comercial, en los últimos años se han utilizado otros criterios (quimiotaxonomía, citotaxonomía, etc.), además del morfológico, para la separación y delimitación de las especies (Ben Halkire *et al.*, 1993).

Otro importante punto de la sistemática dentro de la familia, son los aspectos filogenéticos, existen reportes de su relación con las Boraginaceae y Scrophulariaceae, debido fundamentalmente a la gran similitud de algunas características morfológicas (Cantino, 1982). Surgió así, un notable interés en analizar las relaciones intergenéricas en la familia *Lamiaceae* para proveer un listado de nombres legítimos y correctos, disponibles para su aplicación a los taxa segregados de la misma (Sanders y Cantino, 1984; Cantino *et al.*, 1992). Tradicionalmente los taxónomos y filogenéticos utilizaron caracteres morfológicos en la identificación del material botánico o en definir posibles interrelaciones entre los diferentes grupos de plantas. En la actualidad se ha aceptado que los estudios anatómicos pueden ser de gran utilidad para la identificación de drogas vegetales o para determinar las posibles afinidades entre taxa usando una combinación de caracteres endo y exomorfológicos, como así también, para explicar las probables respuestas adaptativas de las plantas a las variaciones ambientales (Van Cotthem, 1974; Metcalfe y Chalk, 1979; Pulido García *et al.*, 2002; Novoa *et al.*, 2005; Duarte y Lopes, 2005; Banderó *et al.*, 2010).

La expansión del mercado de los fitofármacos, subraya la importancia de los estudios farmacognósticos de todas aquellas especies de plantas medicinales utilizadas en la medicina popular o tradicional, que pueden llegar a ser industrialmente importantes en un futuro cercano. Estos datos son necesarios no sólo para los procedimientos de identificación que garanticen la utilización de la materia prima adecuada, sino también para el control de los estándares de calidad, exigidos por la legislación sanitaria en los países occidentales. Dada la importancia que reviste el género en el mercado industrial (Bushway *et al.*, 1981; Ixtaina *et al.*, 2008), así como su uso etnomédico y/o farmacéutico, se planteó como objetivo realizar la caracterización

morfoanatómica integral de los órganos aéreos hoja, tallo, fruto y semilla de *S. hispanica* mediante un análisis detallado de sus caracteres diagnósticos, a fin de contribuir a la identificación botánica de esta especie, ante controles de calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material fresco utilizado fue colectado por los autores en la Provincia de Salta en el mes de marzo de 2009. Se empleó un material fresco y siete herborizados. La exsiccata confeccionada de los mismos, consta del registro 777 MAQ (MCNS) y Quiroga 10144 en el Herbario de la Universidad Nacional de Rosario (UNR) (Holmgren *et al.*, 1990). Los ejemplares de herbario fueron hidratados en una mezcla de glicerina-agua (2:1) y posteriormente fijados, junto al material fresco, en una mezcla de alcohol etílico 96°, agua destilada, formol y ácido acético glacial (50:35:10:5) (Berlyn y Miksche, 1976).

Se realizaron secciones transversales, longitudinales y paradermales de los órganos en estudio, cortadas a mano alzada y con micrótopo tipo Minot, de 9-12 μm de espesor, previa inclusión en parafina de acuerdo a la técnica de Johansen (Johansen, 1940); los cortes fueron montados de manera permanente en goma de Prosen (Tivano, 1989). En el estudio morfoanatómico del vástago de *S. hispanica*, se analizaron fragmentos del tallo a partir de 10 cm del ápice caulinar, de la porción inferior del limbo foliar, incluida la nervadura central y del pecíolo proximal y distal, de hojas adultas. Las coloraciones empleadas fueron Safranina, safranina-fast green y violeta de cresylo (Strittmater, 1979; Strittmater, 1980). Las epidermis se obtuvieron por raspado y breve macerado con hipoclorito de sodio al 50% (Metcalf y Chalk, 1950). Las hojas se diafanizaron según la técnica de Strittmatter (1973) y en las descripciones de la arquitectura foliar se siguió la terminología propuesta por Hickey (1973). Para observar ciertas cualidades, los frutos y semillas se utilizaron al estado natural, fijadas y deshidratadas mediante la serie de alcohol butílico terciario (Johansen, 1940). Para evidenciar paredes celulares y contenidos se efectuaron pruebas histoquímicas mediante la técnica de coloración directa. Los colorantes utilizados fueron: safranina (cutícula, paredes lignificadas, núcleo y paredes celulares suberificadas), Sudán III y IV (aceites, grasas), iodo yoduro de potasio (almidón), "Fast green" (citoplasma

y los cristales de oxalato de calcio fueron analizados con luz polarizada. Posteriormente se realizó el montaje en glicerina acuosa al 50% (O'Brien y McCully, 1981; D'Ambrosio de Argüeso, 1986). Para el estudio del mucílago se utilizaron clusas que fueron colocadas durante un máximo de 48 horas en cámara húmeda y posterior tinción con Fast-green (0,1%) en alcohol 70° por algunos segundos, lo que permitió, al teñirse el mucílago, medir el grosor del halo aplicando el "Test del agua destilada" (Albuquerque y Andrade, 1998). Para la mixocarpia, las clusas se sumergieron 8 horas en agua destilada. Para tipificar la reacción de mixocarpia, se tomaron los parámetros propuestos por Duletiae-Lauseviae y Marin (1999), a saber: reacción fuerte (mayor de 0,5 mm), moderadamente fuerte (entre 0,1-0,5 mm), débil (menor a 0,1 mm) y muy débil (menor a 0,05 mm).

Se realizaron observaciones con microscopio óptico (MO) y microscopio electrónico de barrido (SEM). En la terminología se ha seguido a Stearn (1966) y Font Quer (1993). Las fotomicrografías se obtuvieron con fotomicroscopio PM-10ADS Olympus Automatic Photomicrographic System y con un SEM Leitz AMR 1000 (LFM) a 15 kv equipado con cámara fotográfica; para ello se siguió la técnica de Gesterberger y Leins (1978), secado a punto crítico y finalmente baño de oro-paladio. Los valores de las dimensiones se efectuaron con escala micrométrica de un mínimo de diez mediciones para los órganos vegetativos y los datos sobre longitud y latitud de los frutos se basaron en un muestreo de 100-180 clusas.

Material estudiado

ARGENTINA. Prov. Salta, Dto. Rosario de Lerma, El Alisal, ruta 51, alt. 1800 m.s.n.m., 24° 9' S y 65° 63' W, 12-III-2009, Quiroga 777 (MCNS), Quiroga 10144 (UNR).

Material de herbario de referencia

MÉXICO. Estado de Chiapas, Zinacantán, 8-X-72, D. E. Breedlove 28711 (MO); San Cristóbal de las Casas, 7-XI-76, D. E. Breedlove 41301 (MO). Estado de Navarrit, Navar, 21-X-89, G. Flores, O. Téllez V., P. Tenorio L. & A. Cadena 1731 (MO); San Pedro Lagunillas, 26-X-89, O. Téllez V. 12520 (MO). Estado Michoacán, Morelia, 11-X-08, G. Cornejo Temorio & G. Ibarra Manríquez 3157 (MEXU, MO); 4-XI-09, G. Arsène 3259 (MO); 18-X-10, G. Arsène 5813 (MO).

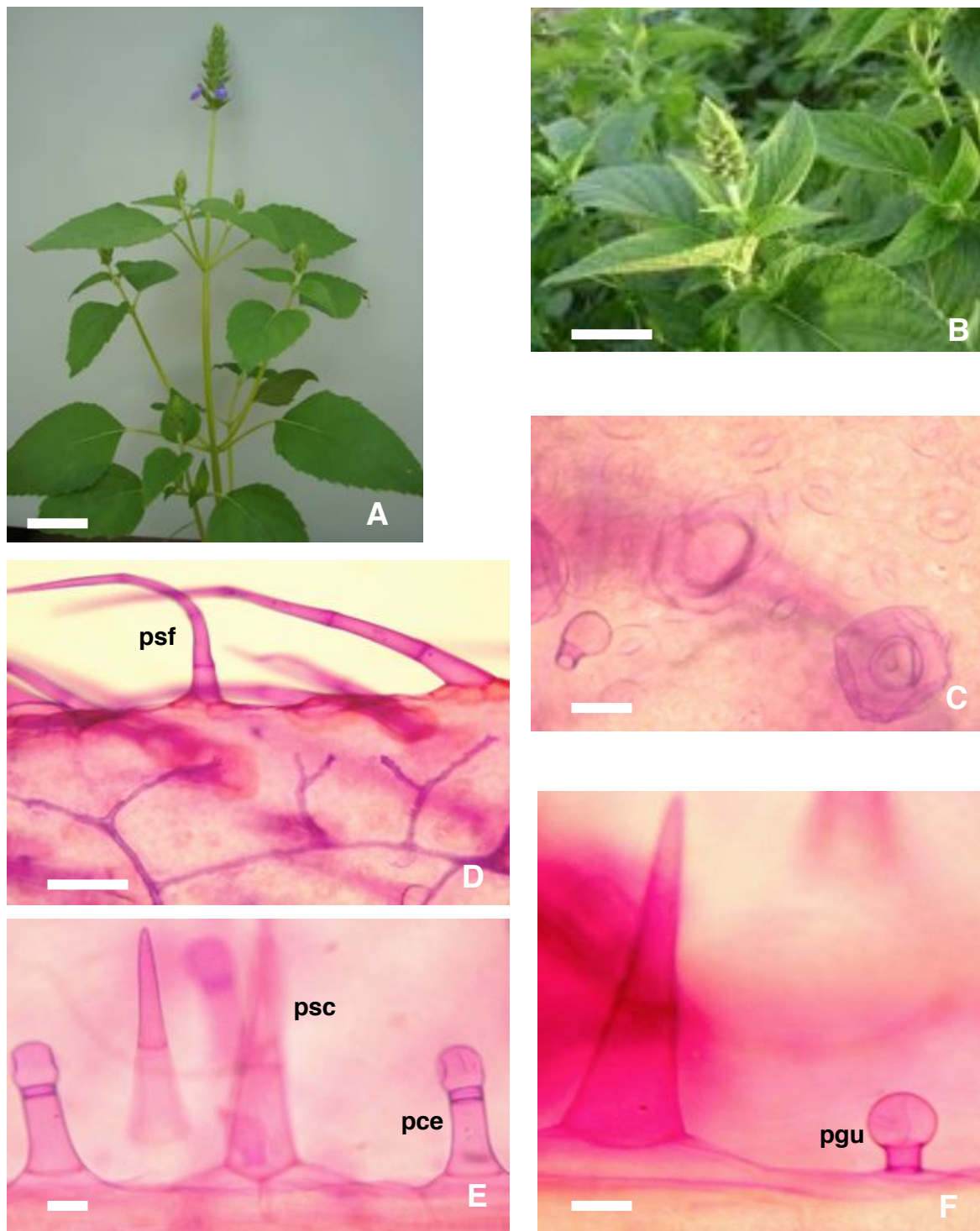


Figura 1

S. hispanica L. A-B: exomorfología. A: aspecto general de un individuo adulto. B: hojas. C-F: fotomicrografías con MO, vista en superficie, C: epidermis del hipofilo, D: margen foliar con pelos simples, flageliformes (psf), E: pelos simples, cónicos (psc) y glandulares capitados con pie estipitado (pce), F: pelo simple, cónico y glandular con pie unicelular (pgu). Escalas: A-B: 3 cm, C, E, F: 20 μ m, D: 80 μ m.

RESULTADOS

Caracteres morfológicos y anatómicos diagnósticos

A.- HOJA

- *Exomorfología*

Hojas simples, opuestas, enteras. Lámina oval-elíptica, algo discolora, 8-12 cm long. x 4-7 cm lat., base cuneada a subcordada, ápice agudo, margen dentado-aserrado, pinnadas, nervaduras prominentes en el envés, pubescentes. Pecíolo corto, 1-3 cm, en la parte superior de la planta y 5-7 cm en las ramificaciones inferiores, pubescente (Figura 1A, B).

- *Lámina en vista superficial*

La epidermis adaxial y abaxial con células epidérmicas en superficie de contorno muy ondulado poseen estomas tipo diacíticos, algunos anomocíticos, escasos en el epifilo y más abundantes en el hipofilo (Figura 1C; Figuras 2A, B, C). La arquitectura foliar es pinnadocamptódroma, broquidódroma y venación última marginal incompleta (Figura 1D). Las areolas son poligonales cuadrangulares o rectangulares con terminaciones vasculares simples o ramificadas, rectas o curvas (Figura 2D).

En ambas epidermis pueden observarse los siguientes tipos de tricomas:

Tricomas glandulares: simples, uniseriados, 1-(3)-5 celular, cónicos o flageliformes, a veces verrucosos (Figuras 1D, E; Figuras 3A, B, D).

Tricomas glandulares: I) Capitados de cabezuela unicelular: a) presentan pie estipitado 2-3-celular conformado por 1-2 célula/s basal/es y una célula del cuello ("intermediate cell") (Üphof *et al.*, 1962) (Figura 1E; Figuras 3C, D). b) presentan sólo pie unicelular corto (Figura 1F; Figura 3E). II) Peltados de cabeza pluricelular, exclusivamente 4-celular, (Figura 3F).

Indumento

El indumento no siempre es el mismo en toda la planta; en general, el epifilo suele tener menor densidad tricomática que el hipofilo y/o poseer distintos tipos de tricomas. Los tricomas eglandulares y glandulares tipos I a) y I b), abundan en ambas

superficies foliares, sobre los nervios del epifilo e hipofilo y tallos (Figura 2E), aún en brotes tiernos; el tipo II es más común en depresiones del hipofilo (Figura 2F).

- *Sección transversal por lámina*

El transcorte de la lámina posee un contorno con varias prominencias hacia la superficie abaxial en la zona de los nervios principales. La epidermis adaxial es unistrata con células grandes, prismáticas, de paredes radiales y tangenciales convexas y cutícula delgada. La epidermis abaxial posee células de igual forma, más pequeñas, cutícula lisa, delgada, a veces estriada sobre los nervios. La lámina es de estructura bifacial y anfistomática; en el complejo estomático se destaca una de las células acompañantes por ser más desarrollada que la otra, aunque ambas poseen paredes celulares anticlinales levemente onduladas

El mesófilo dorsiventral está formado por parénquima en empalizada adaxial unistrato y parénquima esponjoso abaxial con 3-4 estratos de células y numerosos espacios intercelulares. Haccillo central y haccillos secundarios son colaterales, dispuestos en forma de arco, rodeados por una conspicua vaina parenquimática y abundante parénquima no clorofílico con meatos y microcristales ramosos. El nervio medio se halla reforzado por 2-3 capas de colénquima subepidérmico tipo angular-lagunar hacia ambas caras. Los haccillos de los nervios laterales responden a la misma estructura (Figura 4A).

- *Sección transversal del pecíolo*

Es de contorno cóncavo-convexo, posee la cara ventral limitada por lóbulos prominentes, redondeados, que contienen 3-4 capas de colénquima angular subepidérmico. Epidermis unistrata con pelos simples y glandulares similares a los descritos en la lámina. Parénquima clorofiliano homogéneo, con meatos y microcristales poliédricos de formas variadas. Los haces vasculares, colaterales, se disponen en arco y están acompañados por haces suplementarios, próximos a cada lóbulo (Figura 4B).

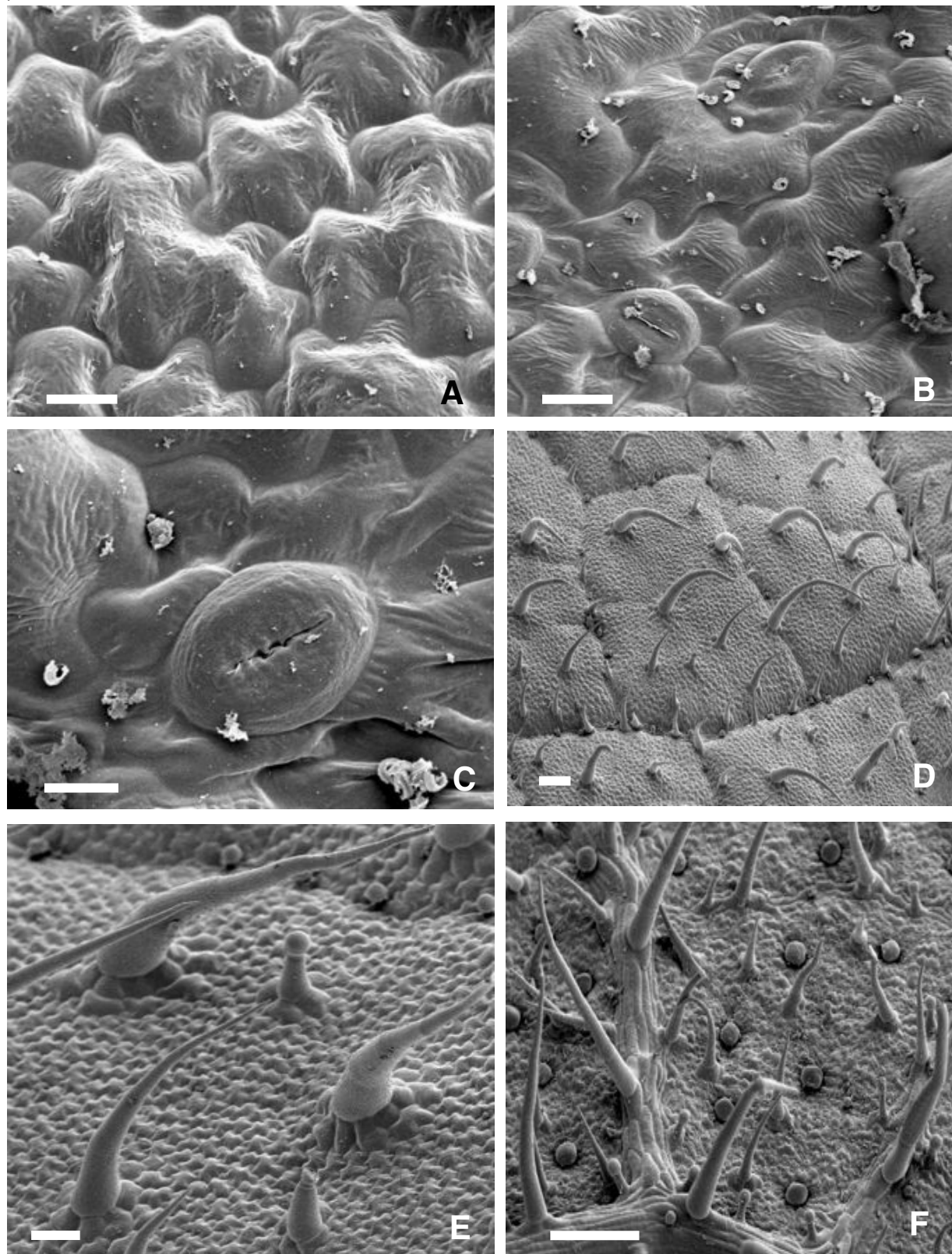


Figura 2

S. hispanica L. Fotomicrografías con MEB de la superficie de la lámina. A: epidermis del epifilo. B: epidermis del hipofilo. C: detalle de estoma diacítico. D: areolas en superficie vistas desde el epifilo. E-F: densidad tricomática: E: epifilo, F: hipofilo. Escala: A, B: 10 μ m, C: 2 μ m, D, F: 100 μ m, E: 30 μ m

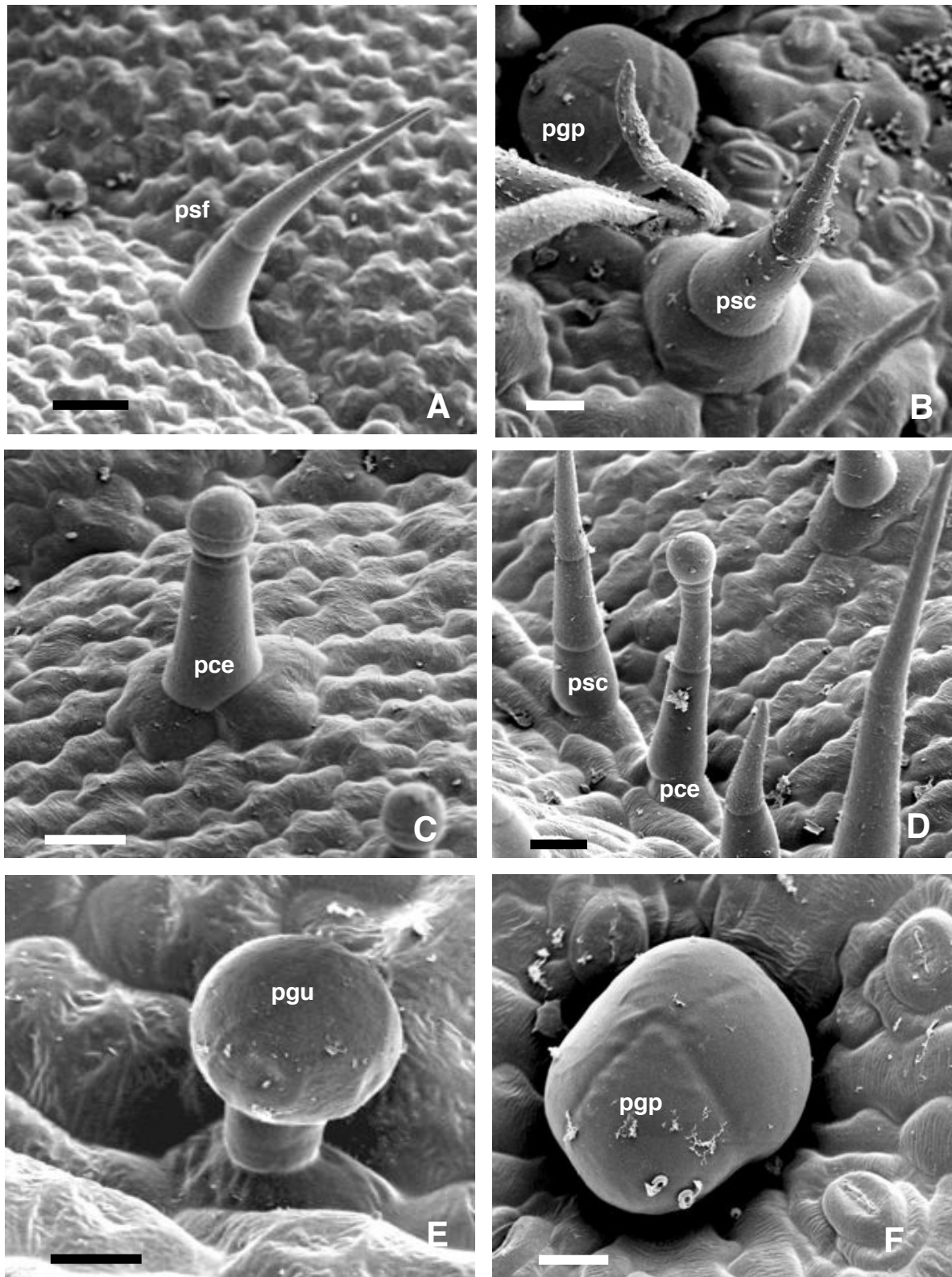


Figura 3

S. hispanica L. Fotomicrografías con MEB de los tricomas. Pelos simples eglandulares uniseriados:

A: flageliforme (psf). B, D: cónicos (psc). Pelos glandulares capitados: C, D: pie estipitado, cabezuela unicelular (pce). E: pie corto unicelular (pgu). F: pelo glandular peltado, cabeza 4-celular (pgp). Escalas: A: 30 μm , B, E, F: 10 μm , C, D: 20 μm .

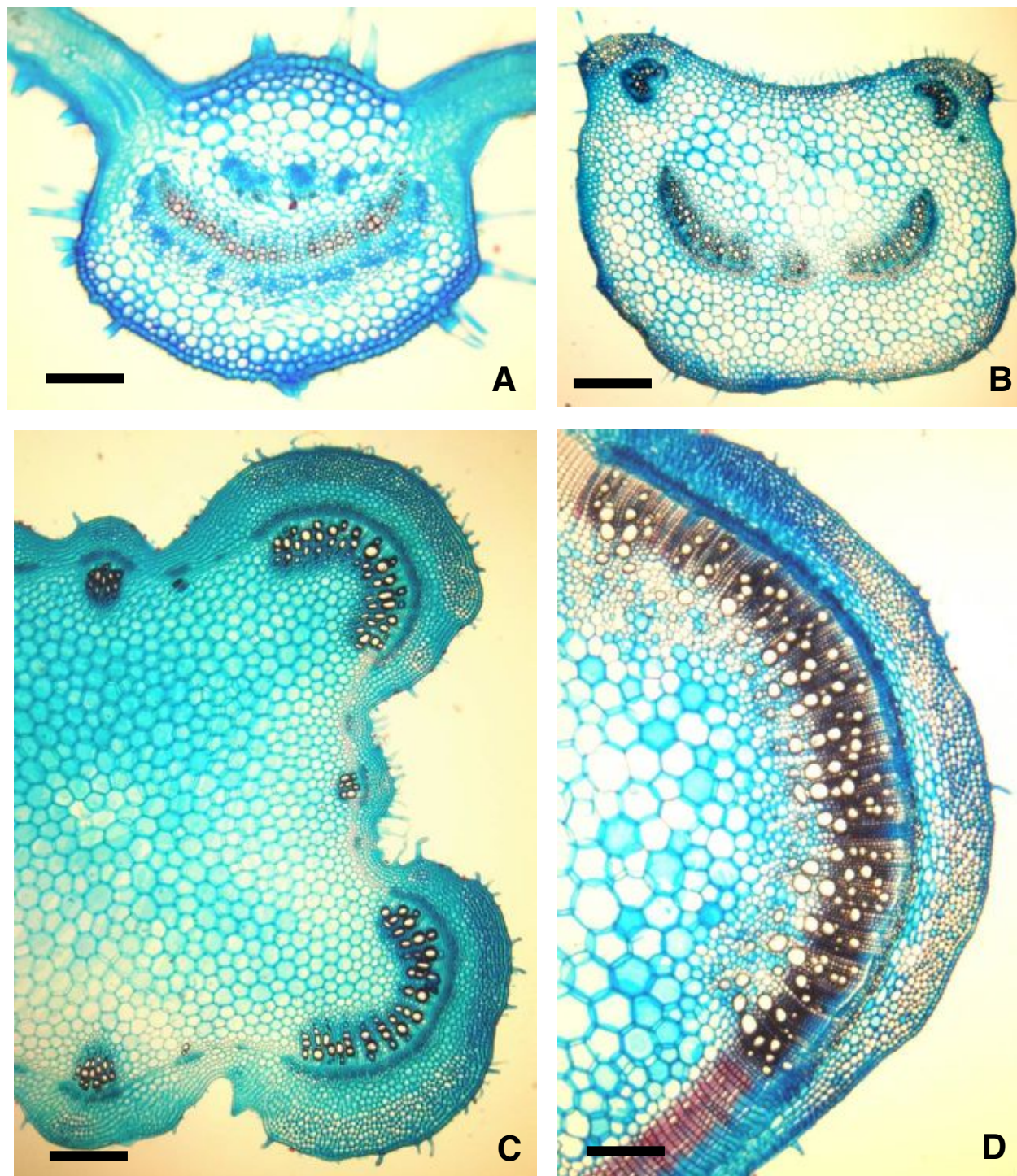


Figura 4

S. hispanica L. Fotomicrografías con MO, caracteres anatómicos de los órganos vegetativos, sección transversal. A: hoja. B: pecíolo. C: tallo con estructura primaria. D: tallo con estructura secundaria.

Escala: A: 200 μ m, B-D: 400 μ m.

B.- TALLO**- Exomorfología**

Sufrútice, ramoso, ramificado, aromático con tallos cuadrangulares, pubescentes de 1-(2)-4 cm de diámetro promedio. El indumento es abundante y de similares características exomorfológicas a las descritas para la epidermis abaxial de la lámina foliar (Figuras 5A, D, E). En tallos jóvenes se observan estomas sobreelevados cuyas células anexas poseen cutícula estriada (Figuras 5B, C).

- Sección transversal

Tallo primario cuyo transcorte es de contorno cuadrangular con los vértices muy pronunciados y los lados deprimidos con una pequeña prominencia en la zona media. Abundante indumento. Epidermis unistrata, células rectangulares a isodiamétricas con paredes radiales rectas y tangenciales convexas, cutícula delgada, generalmente estriada. Los tricomas simples pluricelulares y unicelulares cónicos se hallan presentes en todo el contorno. Tricomas glandulares peltados más abundantes hacia los lados. En la zona cortical de los vértices, por debajo de la epidermis, se observa colénquima angular (5-10 estratos) ocupando toda la costilla. En las prominencias de los lados se reduce el número de capas de colénquima y en los valles, es unistrato. Subyacen hacia el interior, clorénquima esponjoso en 3-4 estratos y parénquima laxo con espacios intercelulares, en ambas zonas.

El cilindro vascular se halla constituido por 4 grandes haces colaterales abiertos y 4 más pequeños, ubicados en correspondencia con los vértices y costillas laterales del tallo, respectivamente. Por fuera del floema se observan escasas fibras perivasculares. La médula es amplia con células parenquimáticas redondeadas con microcristales ramosos de oxalato de calcio (Figura 4C). En tallos con desarrollo secundario, el indumento y la coloración de la epidermis son similares a la estructura primaria; no se observa peridermis, aún en las porciones basales. Tanto la epidermis como los tejidos corticales se presentan íntegros aunque las células se disponen compactas y a menudo aplastadas por el crecimiento de los tejidos conductores secundarios, los que se disponen en una sifonostela ectofloica continua (Figura 4D). La médula, en éste estadio de desarrollo, puede tornarse fistulosa hacia el centro.

C.- FRUTO**- Exomorfología**

El fruto proveniente de cada flor es un carcélulo que a la madurez produce pequeños mericarpos indehiscentes denominados núculas o clusas, en número de 1-4, incluidas en el cáliz frecuentemente acrescente (Figura 6A); son monospermas, obovoides, de simetría dorsiventral y tamaño de 1,5-2 mm de long. y 1-1,2 mm en el diámetro medio. Cara ventral subtrigona con una pequeña cresta originada en el hilio, cara dorsal convexa. En mayor porcentaje se presentan de color pardo grisáceo con abundantes manchas de contornos muy irregulares de color castaño oscuro y que se destacan más en los límites de las areolas. En menor proporción se observan clusas de color blanquecino con la inserción basal y los límites de las areolas, de color castaño claro (Figura 6B). El arreglo epidérmico del pericarpio le confiere una superficie glabra, brillante, generalmente lisa o apenas tuberculada y dividida en áreas irregulares que originan numerosas areolas delimitadas por surcos muy suaves. En general las células epidérmicas poseen contorno poligonal, de paredes radiales no visibles y tangencial externa lisa (Figura 8A). Poseen inserción basal con hilio blanquecino de contorno subcircular y crateriforme, localizado en la base de la cara ventral. La microescultura presente en el hilio, siguiendo la terminología propuesta por Barthlott (1998), está conformada por ceras epicuticulares de tipo cristaloides como placas cúbicas y granulosas (Figuras 8B, C).

- Sección transversal

El grosor del pericarpio oscila entre 80-120 μm (Figura 7A). En el transcorte se distinguen tres regiones (Figura 7B): a) Epidermis externa o epicarpio: unistrato, formado por dos tipos de células: mucilaginosas, transparentes, alargadas radialmente, con paredes anticlinales y periclinales con engrosamientos secundario celulósicos y con morfología de U invertida, y no mucilaginosas, de morfología levemente oviforme

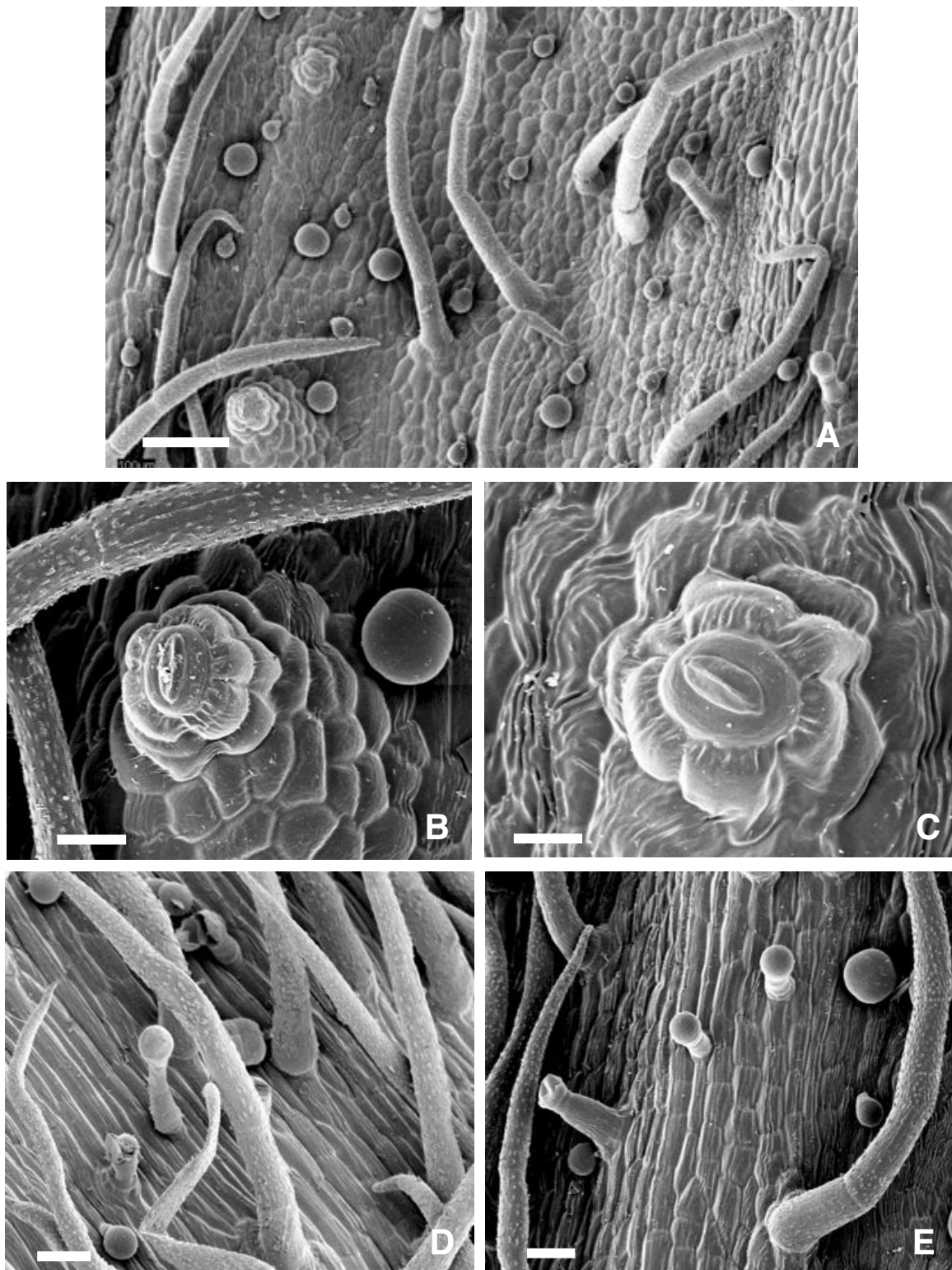


Figura 5

S. hispanica L. Fotomicrografías con MEB de la superficie del tallo. A: vista general del indumento en la región de los vértices y valles. B: estoma sobreelevado. C: detalle de un estoma con cutícula estriada en sus células anexas. D: detalle del indumento en un valle. E: detalle del indumento en la región de un vértice. Escalas: A: 100 μm , B, D: 20 μm , C: 10 μm , E: 30 μm .



Figura 6

S. hispanica L. Exomorfología del fruto: A: clusulas (cl) incluidas en el cáliz (K). B: exomorfología de las clusulas: a, b: clusulas oscuras; c, d: clusulas claras; a y c: cara ventral; b y d: cara dorsal. C: Mixocarpia: clusulas hidratadas con formación de mucílago. D: exomorfología de la semilla: e: cara dorsal, f: cara ventral. Escalas: A, B, D: 0,5 mm, C: 1 mm.

que alternan con las mucilaginosas. b) Mesocarpio: de grosor variable (40-60 μm) y diferenciado en tres regiones atendiendo a la morfología y naturaleza de sus células. La primera se halla constituida por 3-6 estratos celulares parenquimáticos de paredes celulósicas delgadas o suberificadas, y a nivel del hilo seminal, abundantes células con refuerzo transversal de suberina en sus paredes. El estrato más interno lo constituye una sola hilera de idioblastos cristalíferos bien organizados, de gran tamaño, con paredes celulósicas deprimidas radialmente y con cristales poliédricos planos de oxalato de calcio, adheridos a la pared tangencial interna, en íntimo contacto con la capa esclerenquimática subyacente. Los haces vasculares atraviesan por lo general, la zona parenquimática del mesocarpio. La capa en empalizada (35-40 μm), tercera región, es un estrato mecánico formado por 1 capa de esclereidas, elongadas radialmente, de paredes fuertemente engrosadas, muy onduladas, sin límite notorio entre ellas, que muestran un lumen muy ramificado, estrechamente circular con numerosos pliegues y ocupado por inclusiones o cristales (Figura 7C). c) Epidermis interna o endocarpio: unistrato (4-6 μm), inconspicuo, constituido por células pequeñas, más o menos rectangulares y deprimidas radialmente que, a veces presentan escaso engrosamiento escalariforme en cercanías del hilio.

- *Mixocarpia*

Cuando las clusas ó núculas entran en contacto con el agua destilada, el epicarpio se hincha y tras la ruptura de la cutícula al agotar su elasticidad, el contenido de las células epicárpicas mucilaginosas, se excreta como mucílago rodeando toda la superficie del fruto. La capa de mucílago es transparente, continua, recubre todo el pericarpio y la semilla, y continúa protegiendo a la plántula en los primeros estadios de la germinación. La reacción de mixocarpia, basada en los parámetros de Duletiæ-Lauševičæ y Marin (1999), se manifestó como moderadamente fuerte (entre 0,1-0,5 mm) con un halo de mucílago de $0,324 \pm 0,087$ mm, continuo, transparente y de consistencia pegajosa (Figura 6C).

D.- SEMILLA

- *Exomorfología*

La semilla es horizontal, albuminosa, sólo una porclusa y ocupa todo el volumen del fruto. Su contorno es oblongo-elíptico, forma levemente navicular, con el extremo radicular angosto y el extremo cotiledonal ancho; superficie opaca, reticulada, de color amarillo-ocráceo y dimensiones de 1,3-1,8 mm long. x 1-1,2 mm lat. (Figura 7D). Su cara ventral o placentaria es subtrígona, algo prominente, con una tenue y fina depresión en sentido longitudinal de color marrón claro. El hilio, subcircular y crateriforme, ubicado en el extremo radicular de la depresión ventral presenta restos funiculares de color oscuro. La cara dorsal es plano-convexa (Figura 6D). Consta de episperma, endosperma y embrión.

- *Sección transversal-longitudinal*

El episperma, de 10-35 μm de espesor recubre la semilla y se halla constituido por dos estratos de células alargadas con paredes rectas y el eje mayor paralelo a la superficie. Un tegumento es externo, delgado, fuertemente reticulado, formando pequeñas crestas, (Figura 7G; Figura 8D), y el otro es interno, liso, de células aplanadas, densas, de paredes muy delgadas, que a veces son poco diferenciables (Figura 7E). El embrión es axial, linear, regular, con las caras de los cotiledones paralelas a las caras seminales en el extremo cotiledonal y subdividido en cinco regiones en el extremo radicular (Figura 7F). Un haz vascular colateral abierto lo recorre en toda su extensión. Tiene una longitud promedio de 1,86 mm desde el polo radicular hasta el extremo de los cotiledones y ocupa el 97 % de toda la superficie de la semilla. Los cotiledones poseen una simetría dorsiventral; la epidermis es uniestratificada y no se observan estomas (Figura 8E). Contienen endosperma celular muy abundante, incluido en células grandes, alargadas, de contorno poligonal, paredes delgadas y con abundantes cuerpos proteicos lenticulares, de origen vacuolar y cuerpos lipídicos esféricos (Figura 8F).

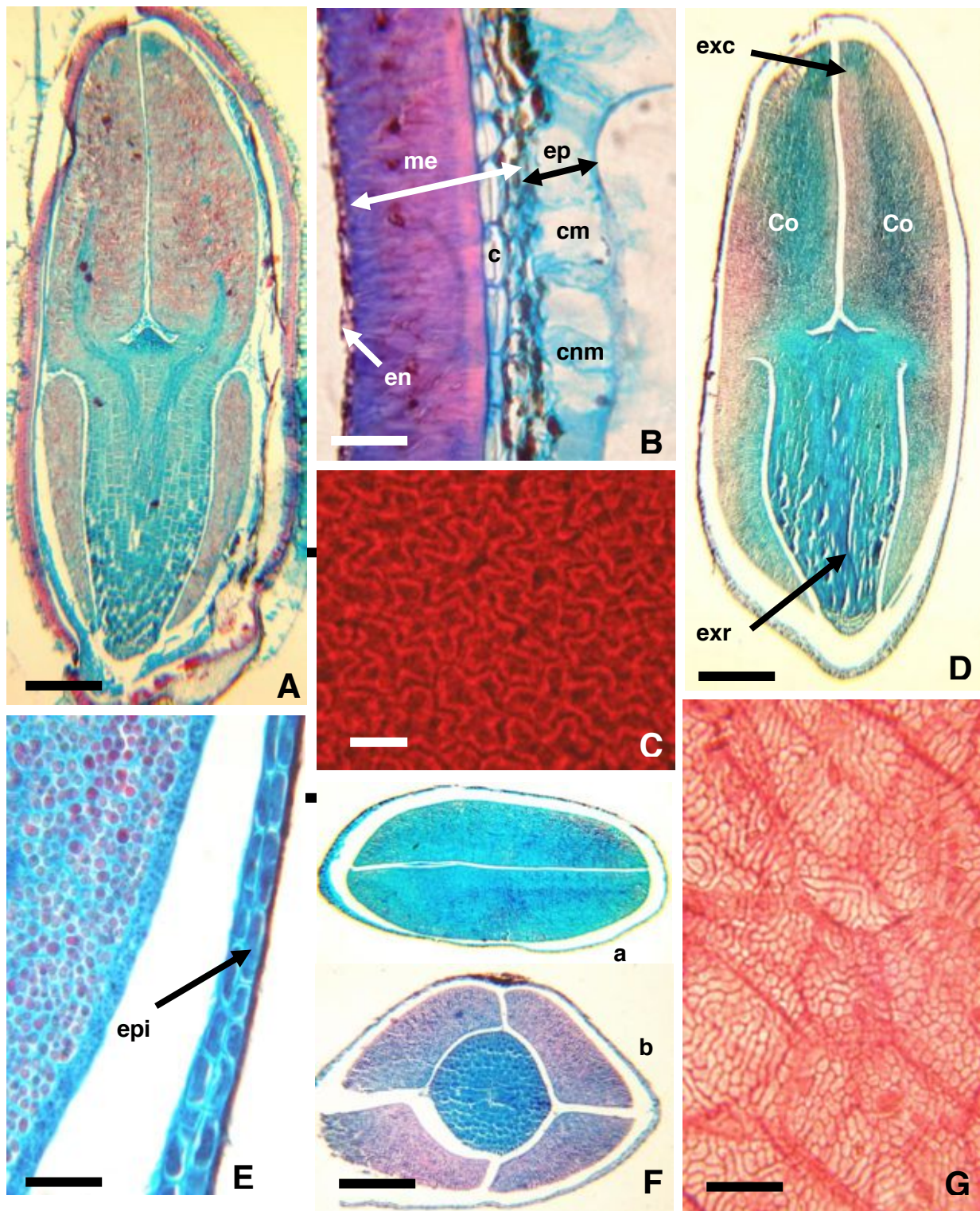


Figura 7

S. hispanica L. Fotomicrografías con MO, caracteres anatómicos del fruto y la semilla. A: sección longitudinal de la clusa (incluida la semilla). B: sección transversal del pericarpio, c: cristales de oxalato de calcio, cm: células mucilaginosas, cnm: células no mucilaginosas, en: endocarpio, ep: epicarpio, me: mesocarpio. C: vista en superficie de la capa en empalizada. D: sección longitudinal de la semilla, Co: cotiledón, exc: extremo cotiledonal, exr: extremo radicular. E: detalle según lo indicado en D. F: sección transversal del embrión, a: extremo cotiledonal, b: extremo radicular. G: vista en superficie del episperma. Escalas: A, D, F: 0,3 mm. B, C, E, G: 20 μ m.

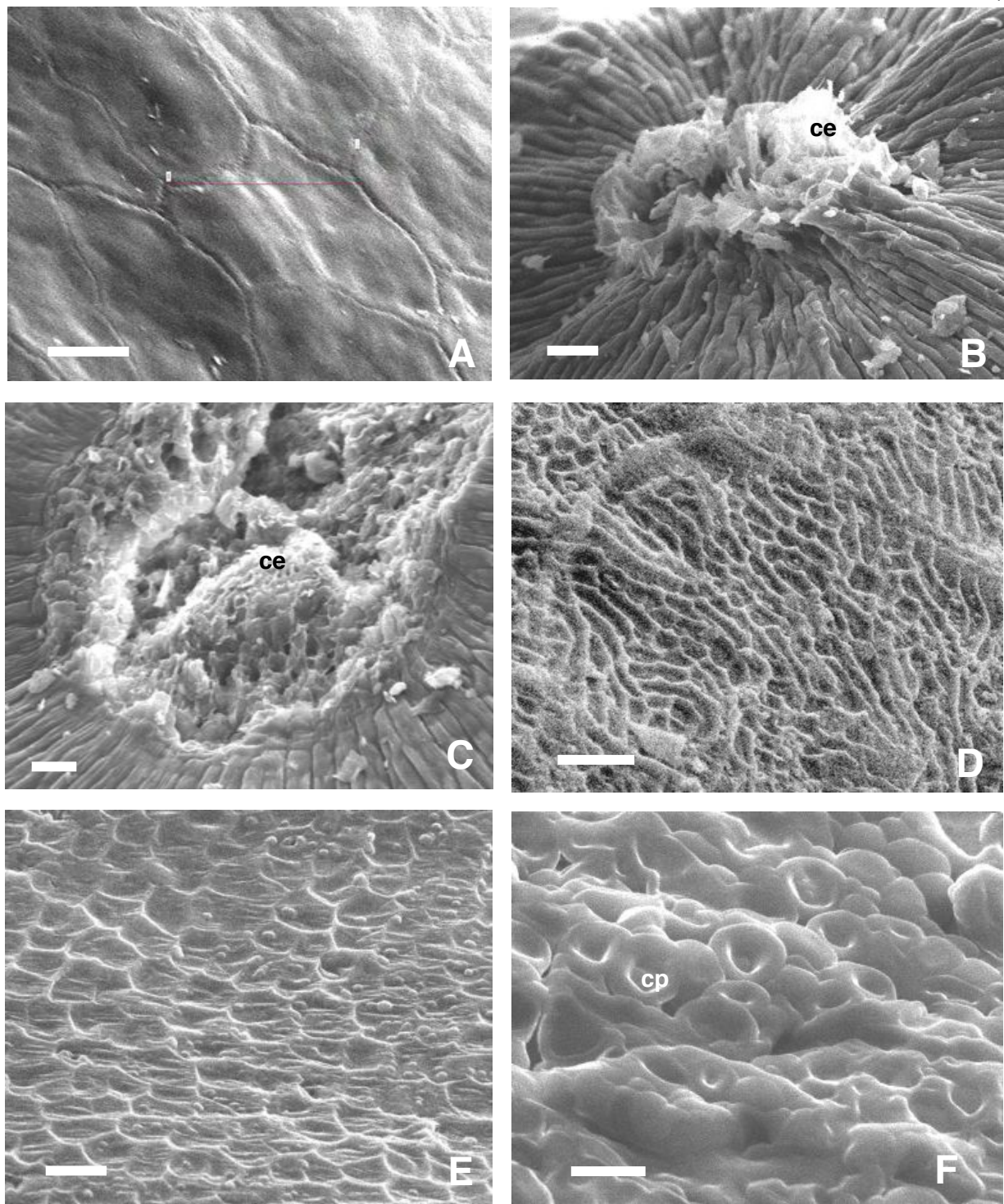


Figura 8

S. hispanica L. Fotomicrografías con MEB de la superficie del fruto y la semilla. A: células del epicarpio. B: vista lateral de la región del hilio. C: vista frontal del hilio y las ceras epicuticulares (ce). D: episperma. E: epidermis cotiledonar. F: endosperma con cuerpos protéicos (cp).

Escalas: A-F: 10 μ m.

DISCUSIÓN

Rudall (1980) analizó la anatomía de la hoja de la subtribu Hyptidinae (Labiatae) indicando que dichos caracteres tienen aplicaciones tanto ecológicas como taxonómicas.

Cantino (1990) al estudiar la significancia filogenética de los estomas y tricomas entre 127 géneros de *Lamiaceae* y 59 de *Verbenaceae*, consideró que la presencia de pelos “semisésiles”, equivalentes a tricomas capitados y peltados en *S. hispanica*, podrían ser considerados como un carácter, potencialmente taxonómico. La presencia de los tricomas eglandulares simples es común en la familia *Lamiaceae* (Metcalf y Chalk, 1979; Metcalf y Chalk, 1950; Cantino, 1990; Solereder, 1908) y están presentes en *Salvia* sin excepción. En *S. hispanica* predominan los tricomas simples uniseriados cónicos en ambas superficies foliares mientras que los flageliformes se ubican preferentemente, sobre los nervios del hipofilo. En ambos tipos de tricomas sólo se observaron variables en el grosor y número de células. Uphof (Úphof *et al.*, 1962) mencionó que el desarrollo ontogénico de las paredes transversales de los mismos, es basípeto. La morfología de los tricomas glandulares, con algunas variantes en el número de células del pie y de la cabezuela secretora, son comúnmente descriptos para muchos géneros de esta familia (Bosabalidis y Tsekos, 1984; Werker *et al.*, 1985; Hanlidou *et al.*, 1991; Corsi y Bottega, 1999; Turner *et al.*, 2000). En este trabajo, los tricomas capitados de cabezuela unicelular han sido clasificados teniendo en cuenta el número de células del pie, en dos subtipos: a) pie unicelular, b) pie 2-3-celular. Ambos subtipos aparecen distribuidos en casi toda la planta y de acuerdo a las pruebas histoquímicas realizadas, producen y acumulan en sus cabezuelas, sustancias lipofílicas. La célula del cuello presente en uno de los subtipos, es descripta por Uphof (1962) (“intermediate cell”) indicando que sus paredes laterales sufren una lignificación y/o cutinización progresiva, no ocurriendo lo mismo en las paredes transversales, celulósicas, que presentan poros intervinientes en el proceso de secreción. La mayoría de los autores que abordaron el estudio y desarrollo de los tricomas peltados en diferentes géneros de *Lamiaceae* (Cantino, 1990; Fahn, 1979; Fahn, 1988; Azizian y Cutler, 1982; Bobasalis Tsekos, 1982), coinciden en una estructura básica y constante como la aquí descripta; el único carácter variable lo constituye el número de células secretoras, siendo 4-celular en *S. hispanica*. A pesar de la variación en el número de células secretoras, los

tricomas peltados son considerados como el sitio primario de la biosíntesis de los aceites esenciales en *Lamiaceae* (Croteau, 1986; Gershenzon *et al.*, 1989).

La lámina de *S. hispanica* es anfigmática, con menor densidad estomática en el epifilo. La morfología del estoma corresponde al tipo diacítico, según la clasificación de Wilkinson (1979) y Cantino (1990) para *Lamiaceae*; sin embargo, se puede reportar la presencia de escasos estomas anomocíticos en el hipofilo de *S. hispanica*.

Bokhari y Hedge (1977) describieron el tipo de venación pinnada con reticulación cerrada para el género *Salvia*, que es similar a una arquitectura foliar pinnadocamptódroma broqui-dódroma con venación última marginal incompleta según la clasificación de Hickey (1973), quien menciona la importancia de la arquitectura de la hoja como un rasgo para la separación de los grupos de vegetales. En concordancia con lo reportado por Metcalf y Chalk (1950) y Solereder (1908) para el género *Salvia*, el mesófilo de *S. hispanica* es dorsiventral y el nervio medio está reforzado por colénquima angular-lagunar hacia ambas caras. Dichos autores destacan para la anatomía caulinar primaria de la mayoría de las entidades de *Lamiaceae*, la presencia de cuatro ángulos colenquimáticos, siendo los mismos muy pronunciados en *S. hispanica*. Cuando su tallo adquiere características de estructuración secundaria, el contorno del mismo se torna subcircular.

El arreglo epidérmico del pericarpio le confiere una superficie glabra, brillante, lisa o apenas tuberculada; el hilio está cubierto por ceras epicuticulares en su mayoría cristaloides del tipo placa membranosa constituyendo una microescultura terciaria según Barhlott (1998). La estructura anatómica de la pared del pericarpio de la familia *Lamiaceae*, fue debatida en profundidad por Wagner (1914) y Wojciechowska ((1966), quienes describieron y compararon un gran número de géneros y especies destacando sus principales características. La presencia de células mucilaginosas en el pericarpio de *Lamiaceae* ha sido mencionado ya en el siglo IX y principios del XX por numerosos autores como Schenk (1977), Mattiolo (1885), Copper (1909), entre otros. Aunque la estructura del pericarpio es relativamente homogénea, las variables anatómicas pueden ser utilizadas con fines taxonómicos (Bilimowitsch, 1935). En acuerdo parcial con lo informado por Roth (1977), se describió aquí la estructura del pericarpio de *S. hispanica* constituida por tres regiones importantes: a) epidermis interna o

epicarpio formado por células mucilaginosas y no mucilaginosas que recubren a las clusas en toda su superficie; b) mesocarpio, donde se destaca fundamentalmente la capa de esclereidas que otorga rigidez al fruto; c) epidermis interna, unistrata o endocarpio. La capa de células con cristales localizada encima de la capa en empalizada, aunque también ha sido observada en el mesocarpio de otros géneros de *Lamiaceae* como *Rosmarinus* (Wagner, 1914; Wojciechowska, 1966), puede caracterizarse atendiendo al grosor y disposición, así como por el tipo y número de cristales que presenta.

Las interpretaciones de la utilidad para la planta de la mixocarpia del pericarpio son variadas: desde un mecanismo para impedir la desecación, a una estrategia para fijar la semilla al suelo, o incluso una manera de impedir que se hunda en la tierra malogrando su germinación (Hedge, 1970). También se ha sugerido que es una forma de evitar una germinación prematura de la semilla que encierra (Ryding, 1992), un tipo de atelecoria que en plantas higrocásticas pudiese asegurar su viabilidad (Zohary y Fahh, 1941), o un procedimiento para recubrirse de partículas del suelo como camuflaje contra animales granívoros (Gutterman, 2002). Teniendo en cuenta la cantidad de mucílago excretado, este taxón podría incluirse en un grupo de producción de mucílago abundante junto a otras *Lamiaceae*.

En cortes longitudinales de la semilla, se aprecia claramente un tegumento externo o testa, según la nomenclatura de Corner (1976), delgado, fuertemente reticulado, formando pequeñas crestas, y otro, interno, liso, de células aplanadas, de paredes muy delgadas, que a veces son poco diferenciables. Internamente la semilla de *S. hispanica* cuenta con dos cotiledones y el eje embrional. Es común que las semillas maduras de Dicotiledóneas almacenen sus reservas proteicas y lipídicas en organelas especializadas llamadas cuerpos proteicos y lipídicos u oleosomas respectivamente (Bewley y Black, 1985; Cardinali, 2004). Estas reservas, determinan generalmente la importancia económica y/o nutricia de una determinada especie, como sucede con algunos cereales, oleaginosas (Webber y Neumann, 1980) y en este caso con *S. hispanica*, dada su alta riqueza en ácidos grasos omega-6 y omega-3. Los cuerpos lipídicos adoptan generalmente una forma esférica (Cardinali, 2004; Tzen y Huang, 1992; Tzen *et al.*, 1993) mientras que los cuerpos proteicos observados son de origen vacuolar, morfología lenticular

bicóncava y están rodeados por una membrana típica (Lott, 1981; Galili y Herman, 1997).

CONCLUSIONES

Se han estudiado los caracteres morfológicos y anatómicos de hoja, tallo, fruto y semilla de *Salvia hispanica*, “chía”, los cuales, desde el punto de vista taxonómico, algunos caracteres como tipo de mesófilo, distribución de los tejidos en el tallo, estructura del pericarpio, pusieron en evidencia una gran similitud, en líneas generales, con los patrones ya conocidos para de la familia *Lamiaceae*.

Del análisis de los resultados obtenidos, los principales caracteres morfoanatómicos que se destacan son: hojas simples, opuestas, lámina oval-elíptica, pubescente, ápice agudo. Arquitectura foliar pinnadocamptódroma, broquidódroma. Ambas epidermis poseen tricomas eglandulares simples, uniseriados, 1-5 celular y tricomas glandulares de dos tipos: I) capitados de cabeza unicelular y pie estipitado, 2-3 celular o unicelular corto; II) peltados de cabeza 4-celular. El indumento es variable, el epifilo posee mayor densidad tricomática que el hipofilo. La lámina es anfiestomática, estomas diacíticos; mesófilo dorsiventral, haces vasculares reforzados por colénquima angular-lagunar. Pecíolo de contorno cóncavo-convexo y haces vasculares suplementarios próximos a cada lóbulo. Es un sufrútice ramoso, ramificado, aromático con abundante indumento, similar al descrito para hoja. Tallo primario de contorno cuadrangular, vértices muy pronunciados con colénquima angular ocupando toda la costilla y lados deprimidos. Haces vasculares dispuestos en sifonostela ectofloica, continúa en el desarrollo secundario. Los frutos son clusas o núculas indehiscentes, monospermas, obovoides, color pardo grisáceo con manchas castaño oscuro, algunas color blanquecinas. Pericarpio con células epidérmicas mucilaginosas de moderada mixocarpia, región central destacando una capa en empalizada formada por esclereidas elongadas radialmente y de gruesas paredes, y epidermis interna inconspicua. La semilla es albuminosa, con superficie reticulada y color amarillo-ocráceo. Embrión axial, linear, cotiledones con simetría dorsiventral. Endosperma celular con abundantes cuerpos proteicos lenticulares, de origen vacuolar y cuerpos lipídicos esféricos.

Las características micrográficas observadas, cuando se analizan en conjunto, contribuyen al control de calidad botánico, evitando falsificaciones o adulteraciones, en el proceso de comercialización de

Salvia hispanica como materia prima para la industria alimentaria y/o farmacéutica.

REFERENCIAS

- Ahmed MH, Ting IP, Scora RW. 1994. Leaf oil composition of *Salvia hispanica* L. from three geographical areas. *J Essent Oil Res* 6: 223 - 228.
- Albuquerque UP, Andrade LC. 1998. El género *Ocimum* L. (Lamiaceae) en el nordeste del Brasil. *An Jard Bot Madrid* 56: 43 - 64.
- Añon Suarez de Cullen D. 1965. Labiatae, En Cabrera, A: Flora de la Provincia de Buenos Aires 4 (5). Ed. Colección Científica INTA, Buenos Aires, Argentina.
- APG - The Angiosperm Phylogeny Group in "Stevens PF. (2001)". Angiosperm Phylogeny Website. Version 11, May 2011. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. [Accesed on 28/05/2011].
- Ayerza R, Coates W, Lauria M. 2002. Chia seed (*Salvia hispanica* L.) as an ω -3 fatty acid source for broilers: influence on fatty acid composition, cholesterol and fat content of white and dark meats, growth performance and sensory characteristics. *Poultry Science* 81: 826 - 837.
- Ayerza R, Coates W. 2006. Chía. Redescubriendo un olvidado alimento de los aztecas. Ed. Del Nuevo Extremo S. A., Buenos Aires, Argentina.
- Ayerza R. 2009. The seed's protein and oil content, fatty acid composition, and growing cycle length of a single genotype of chia (*Salvia hispanica* L.) as affected by environmental factors. *J Oil Sci* 58: 347 - 354.
- Azizian D, Cutler DF. 1982. Anatomical, cytological and phytochemical studies on *Phlomis* L. and *Eremostachys* Bunge (Labiatae). *Bot J Linn Soc* 85: 249 - 281.
- Banderó VC, Zanetti GD, Canto GS, Dalmora SL, Nemitz MC, Manfron MP. 2010. Morphoanatomy of *Glechon spathulata* Benth. (Lamiaceae) leaves. *Lat Am J Pharm* 29: 1283 - 1288.
- Barboza G, Cantero J, Núñez C, Ariza Espinar L. 2006. Flora Medicinal de la Provincia de Córdoba (Argentina). Ed. Museo Botánico. Córdoba. Argentina.
- Barthlott W, Neinhuis C, Cutler D, Ditsch F, Meuse I, Theisen I, Wilhelmi H. 1998. Classification and terminology of plant epicuticular waxes. *Bot J Linn Soc* 126: 237 - 260.
- Beltrán-Orozco MC, Romero MR. 2003. Chía, alimento milenario. *Revista Industria Alimentaria*. Septiembre-Octubre. Alfa-Editores Técnicos S. A. Iztapalapa, México DF, México.
- Ben Halkire A, Toker AO, Maciarello MJ. 1993. Tipo *Minthostachys mollis* (Lamiaceae) an exuatorial mint. *Econ Bot* 48: 60 - 64.
- Berlyn GP, Miksche JP. 1976. Botanical microtechnique and Cytochemistry. The Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.
- Bewley JD, Black M. 1985. Seeds. Physiology of development and germination. Plenum Press, New York, USA.
- Bilimowitsch C. 1935. Über den Bau des Perikarps bei Labiaten vom systematischen Gesichtspunkte. *Trudy Univ Voronezh (Russia)* 7: 68 - 84.
- Boelcke O. 1992. Plantas vasculares de la Argentina, nativas y exóticas. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina.
- Bokhari MH, Hedge IC. 1977. Anatomical observations on desert group of *Salvia* species. *Notes Royal Bot Garden Edinburgh* 35: 377 - 389.
- Bosabalidis A, Tsekos I. 1982. Glandular scale development and essential oil secretion in *Origanum dictamnus* L. *Planta* 156: 496 - 504.
- Bosabalidis A, Tsekos I. 1984. Glandular hair formation in *Origanum* species. *Ann Bot* 53: 559 - 563.
- Brummitt RK. (1992). Vascular plant families and genera. Royal Botanical Gardens, Kew, UK.
- Bushway AA, PR Belyea, RJ Bushway. 1981. Chia seed as a source of oil, polysaccharide and protein. *J Food Sci* 46: 1349 - 1350.
- Cahill JP. 2004. Genetic diversity among varieties of chia (*Salvia hispanica* L.). *Gen Res Crop Evol* 51: 773 - 781.
- Cahill JP. 2005. Human selection and domestication of chia (*Salvia hispanica* L.). *J Ethnobiol* 25: 155 - 174.
- Cahill JP, Ehdale B. 2005. Variation and inheritance of seed mass in chia (*Salvia hispanica* L.). *Gen Res Crop Evol* 52: 201 - 207.

- Cantino PD. 1982. Affinities of the Lamiales. *Syst Bot* 11: 163 - 185.
- Cantino PD. 1990. The phylogenetic significance of stomata and trichomes in the Labiatae and Verbenaceae. *J Arnold Arbor* 71: 323 - 370.
- Cantino PD, Harley RM, Wagstaff SJ. 1992. Genera of Labiatae: status and classification. En Harley RM & Reynolds T. (eds.): *Advances in Labiatae Science*. Royal Botanic Gardens, Kew, UK.
- Cardinali FJ. 2004. Fundamentos Fisiológicos de la Germinación. Aspectos Morfológicos de las Semillas. Departamento de Servicios Gráficos, Universidad Nacional Mar del Plata, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Chicco A, D'Alessandro M, Hein G, Oliva M, Lombardo Y. (2009). Dietary chia seed (*Salvia hispanica* L.) rich in alpha-linolenic acid improves adiposity and normalises hypertriacylglycerolaemia and insulin resistance in dyslipaemic rats. *Br J Nutr* 101: 41 - 50.
- Coates W, Ayerza R. 1998. Commercial production of Chia in Northwestern Argentina. *J Am Chem Soc* 75: 1417 - 1420.
- Copper AC. 1909. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Samen und Früchte offizineller Pflanzen. Inaug. Diss. Univ. Bern (druckerei P. Den Boer, Utrecht).
- Corner E.J.H. 1976. The seeds of Dicotyledons. 2 Vols. Cambridge University Press, London. UK.
- Corsi G, Bottega S. 1999. Glandular hair of *Salvia officinalis*: New data on morphology, localization and histochemistry in relation to function. *Ann Bot* 84: 657 - 664.
- Crespo S. 1979. Labiatae. En Burkart, A: *Flora Ilustrada de Entre Ríos* 6 (5). Ed. Colección Científica INTA, Buenos Aires, Argentina.
- Cronquist A. 1993. The evolution and classification of flowering plants. 2nd Edition. The New York Botanical Garden, Columbia University Press, NY, USA.
- Croteau R. 1986. Biochemistry of monoterpenes and sesquiterpenes of essential oils. En Craker LE, Simon JE (eds.): *Herbs, spices, and medicinal plants: Recent advances in botany horticulture and pharmacology*. Oryx Press, Phoenix, Arizona, USA.
- D'Ambrogio de Argüeso A. 1986. Manual de técnicas en histología vegetal. Ed. Hemisferio Sur. S.A. Buenos Aires, Argentina.
- Di Sapio OA, Bueno M, Busilacchi H, Severin C. 2008. Chia: importante antioxidante vegetal. *Agromensajes. Rev Pub Fac Cs Agrarias*, (Universidad Nacional de Rosario, Argentina) 24: 11 - 13.
- Díaz R, Quebedo Sarmiento R, Ramos Cormenzana A. 1988. Phytochemical and antibacterial screening of some species of Spanish Lamiaceae. *Fitoterapia* 59: 4 - 5.
- Dimitri MJ. 1988. Labiadas. En Dimitri, MJ: *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*, Tomo I, Vol. 2. Ed. ACME, Buenos Aires, Argentina.
- Dominguez JA. 1928. Contribuciones a la materia médica Argentina. Ed. Peuser, Buenos Aires, Argentina.
- Duarte MR, Lopes JF. 2005. Morfoanatomía foliar e caulinar de *Leonurus sibiricus* L., Lamiaceae. *Acta Farm Bonaerense* 24: 68 - 74.
- Duletia-Lauševič S. y Marin PD. 1999. Pericarp structure and myxocarpy in selected genera of Nepetoideae (Lamiaceae). *Nord J Bot* 19: 435 - 446.
- Fahn A. 1979. *Secretory tissues in plants*. Academic Press, London, UK.
- Fahn A. 1988. Secretory tissue in vascular plants. *New Phytol* 108: 229 - 257.
- Font-Quer P. 1993. *Diccionario de Botánica*. Ed. Labor. Barcelona, España.
- Galili G, Herman EM. 1997. Protein bodies: storage vacuoles in seeds. *Adv Bot Res* 25: 113 - 140.
- Gershenzon J, Maffei M, Croteau R. 1989. Biochemical and histochemical localisation of monoterpene biosynthesis in the glandular trichomes of spearmint (*Mentha spicata*). *Pl Phytol* 89: 1351 - 1357.
- Gersterberger P, Leins P. 1978. Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen an Blütenknospen von *Physalis philadelphica* (Solanaceae). Anwendung einer neuen Präparationsmethode. *Ber Deutsch Bot Ges* 91: 381 - 387.
- Gutterman Y. 2002. *Survival strategies of annual desert plants*. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, Germany.
- Hanlidou E, Kokkini S, Bosabalidis AM, Bessière JM. 1991. Glandular trichomes and essential oil

- constituents of *Calamintha menthifolia* (Lamiaceae). *Pl Syst Evol* 177: 17 - 26.
- Hauman L. 1984. Los Géneros de Fanerógamas de Argentina. *Bol Soc Arg Bot* 23: 166 - 171.
- Hedge IC. 1970. Observations on the mucilage of *Salvia* fruits. *Notes Roy Bot Gard Edinburgh* 30:79 - 95.
- Hernández Gómez JA, Miranda Colin S. 2008. Caracterización morfológica de Chía (*Salvia hispanica* L.). *Rev Fitotec Mex* 31: 105 - 113.
- Hickey LJ. 1973. Classification of the architecture of Dicotyledons leaves. *Am J Bot* 60: 17 - 33.
- Hieronimus G. 1882. *Plantae diaphoricae florum Argentinae*, Ed. Kraft, Buenos Aires, Argentina.
- Holmgren PK, Holmgren NH, Barnett LC. 1990. *Index Herbariorum*. 8ª ed. *Regnum Veg* 120: 1 - 629.
- Ixtaina VY, Nolasco SM, Tomás MC. 2008. Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Ind Crops Prod* 28: 286 - 293.
- Johansen DA. 1940. *Plant Microtechnique*. Ed. McGraw Hill Book Co. New York, USA.
- Lott JNA. 1981. Protein bodies in seeds. *Nord J Bot* 1: 421 - 432.
- Mattiolo O. 1885. *Lallemantia peltata*. *Mem. R. Accad. Torino*, Tomo XXXVII, Torino, Italia..
- Metcalf CR, Chalk L. 1950. *Anatomy of the Dicotyledons*. Vol. II Clarendon Press, Oxford, UK. .
- Metcalf CR, Chalk L. 1979. *Anatomy of the Dicotyledons I*. Clarendon Press. Oxford, UK.
- Novoa MC, Monti C, Vizcaíno CE. 2005. Anatomía y etnobotánica de cuatro especies de Labiateae de la Provincia biogeográfica pampeana, usadas en la medicina popular. *Acta Farm Bonaerense* 24: 512 - 520.
- O'Brien P, McCully M. 1981. *The study of plant structure principles and selected methods*. Ed. Termacarphi Pty. Ltd. Melbourne, Australia.
- Pascual-Villalobos M, Coneal E, Molina E, Martínez J. 1997. Evaluación y selección de especies vegetales productoras de compuestos naturales con actividad insecticida. Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (CIDA), Murcia, España. Proyecto N° SC94-039.
- Pulido García L, Botella Miralles O, Alonso Borso Di Carminati C. 2002. Estudio anatómico de cuatro especies de Labiadas en la Provincia de Albacete. *SABUCO Rev Est Albacetenses* 3: 123 - 135. .
- Rondina RVD, Bandoni AL, Coussio JD. 2003. Plantas silvestres argentinas con reconocidas propiedades medicinales o tóxicas. Base de datos. En: CYTED-OEA Eds. Buenos Aires. Argentina. Cd-room.
- Roth I. 1977. *Fruits of Angiosperms*. Band X. Teil 1. Gebrüder Borntraeger. Berlin, Germany.
- Rudall P. 1980. Leaf anatomy of the Subtribe Hyptidinae (Labiatae). *Bot J Linn Soc* 80: 319 - 340.
- Ryding O. 1992. Pericarp structure and phylogeny within Lamiaceae subfamily. *Nepetoideae* tribe Ocimeae. *Nord J Bot* 12: 273 - 298.
- Sanders RW, Cantino PD. 1984. Nomenclature of the Subdivisions of the Lamiaceae. *Taxon* 33: 64 - 72.
- Schenk A. 1877. Zur Kenntnis des Baues der Früchte der Compositen und Labiaten. *Bot Ztg* 35: 409 - 415.
- Sharma RN, Gupta AS, Patwardhan SA, Hebbalkar SA, Tare DS, Bhonde SB. 1992. Bioactivity of Lamiaceae plants against insects. *Ind J Exp Biol* 30: 244 - 246.
- Solereder H. 1908. *Systematic Anatomy of the Dicotyledons*. Vol. II. Clarendon Press, Oxford, UK.
- Stearn WT. 1996. *Botanical Latin*. 4th. Edition, 1st. Reimpression. Ed. Timber Press, Portland, Oregon, USA.
- Strittmater CG. 1973. Nueva técnica de diafanización. *Bol Soc Arg Bot* 15: 126 - 129.
- Strittmater CG. 1979. Modificación de una coloración Safranina Fast Green. *Bol Soc Arg Bot* 18: 121 - 122.
- Strittmater CG. 1980. Coloración con "Violeta de Cresyl". *Bol Soc Arg Bot* 19: 273 - 276.
- Taga MS, Miller EE, Pratt DE. 1984). Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants. *J Am Oil Chem Soc* 61: 928 - 931.
- Tivano JC. 1989. Goma de Prosen: medio de montaje para material vegetal. *Bol Soc Arg Bot* 26: 135 - 136.
- Toursarkissian M. 1980. *Plantas medicinales de la Argentina*. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina. .
- Turner GW, Gershenzon J, Croteau RB. 2000. Development of peltate glandular trichomes of peppermint. *Plant Physiol* 124: 665 - 680.

- Tzen JTC, Huang AH. 1992. Surface Structure and Properties of Plant Seed Oil Bodies. *J Cell Biol* 117: 327 - 335.
- Tzen JTC, Cao YC, Laurent P, Ratnayake C, Huang HC. 1993. Lipids, Proteins and Structure of seed oil bodies from diverse Species. *Plant Physiol* 101: 267 - 276.
- Üphof JC, Hummel K, Staesche K. 1962. Plant hairs. En: Linsbauer, K. (ed.). *Handbuch der Pflanzenanatomie* 4(5): 1-292. Gebrüder Borntraeger. Berlin, Germany.
- Van Cotthem WRJ. 1974. Stomatal types and systematics. *Bot J Linn Soc* 72: 59 - 65.
- Wagner, S. 1914. Contribution à l'étude anatomique du fruit des Labiées. Thèse. Université de Paris, France.
- Webber E, Neumann D. 1980. Protein bodies, storage organelles in plants seeds. *Biochem Physiol Pflanzen* 175: 279 - 306.
- Werker E, Ravid U, Putievsky E. 1985. Structure of glandular hair and identification of the main components of their secreted material in some species of the Labiatae. *Israel J Bot* 34:31 - 45.
- Wilkinson HP. 1979. The plant surface (mainly leaf). En Metcalfe CR, Chalk L (eds): *Anatomy of Dicotyledons*. 2^a ed., Clarendon Press, Oxford, UK.
- Wojciechowska B. 1966. Morphology and anatomy of fruit and seeds in the family Labiatae with particular respect to medicinal species. *Monogr Bot* 21: 3 - 244.
- Xifreda CC. 1999. Lamiaceae. En Zuloaga FO, Morrone O: *Catálogo de la Plantas Vasculares de la República Argentina II*. Monographs in Systematic Botany Vol. 74. Ed. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, Missouri, USA
- Zohary M, Fahn A. 1941. Anatomical-carpological observations in some hygroschastic plants of the Oriental Flora. *Palestine J Bot Jerusalem Ser* 2:125 - 131.