

Anatomía de órganos vegetativos en *Solanum palinacanthum*, *S. sisymbriifolium* y *S. euacanthum* (Solanaceae)

MARÍA TERESA COSA^{*,**}

MIRIAM HADID^{**}

NILDA DOTTORI^{*,**}

GLORIA BRUNO^{**}

Resumen. Se dan a conocer las características anatómicas de los órganos vegetativos en *Solanum palinacanthum* Dunal, *S. sisymbriifolium* Lam. y *S. euacanthum* Phil., especies de *Solanum* subgen. *Leptostemonum* (Dunal) Bitt. (Nee, 1999). Estas especies presentan diferencias en la epidermis foliar (paredes celulares, estomas y tricomas) y en la estructura interna de la lámina y del tallo. Los datos obtenidos se comparan con estudios similares realizados en otros tres representantes del mismo subgénero: *S. juvenale* Thell., *S. elaeagnifolium* Cav. y *S. hieronymi* Kuntze, con la finalidad de contribuir a la delimitación de las especies y al reconocimiento de fragmentos epidérmicos en ingestas de herbívoros.

Palabras clave: anatomía vegetativa, hoja, tallo, *Solanum palinacanthum*, *S. sisymbriifolium*, *S. euacanthum*.

Abstract. This study deals with the vegetative anatomy in *Solanum palinacanthum* Dunal, *S. sisymbriifolium* Lam., and *S. euacanthum* Phil. all belonging to *Solanum* subgen. *Leptostemonum* (Dunal) Bitt. (Nee, 1999). The most important characters for differentiation of species were: epidermal cell walls, trichomes, stomata, and internal structure of leaves and stems. The results are compared with those obtained in a similar research in *S. elaeagnifolium* Cav., *S. juvenale* Thell. and *S. hieronymi* Kuntze (subgen. *Leptostemonum*). The obtained data will contribute to the differentiation of species, and identification of their leaf fragments in diets of herbivores.

Key words: vegetative anatomy, leaves, stems, *Solanum palinacanthum*, *S. sisymbriifolium* y *S. euacanthum*.

* Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV). Casilla de Correo 495, 5000 Córdoba, Argentina.

** Laboratorio de Morfología Vegetal, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba. Av. Vélez Sarsfield 295. 5000 Córdoba, Argentina. cosa@imbiv.unc.edu.ar

Introducción

Solanum palinacanthum es una especie perenne de aproximadamente 1 m de altura, se reproduce por semilla y además se propaga por medio de raíces gemíferas (Cosa *et al.*, 1998), constituyendo una maleza común en campos de pastoreo; en cambio, *S. euacanthum* Phil. y *S. sisymbriifolium* Lam., son especies anuales o bienales, miden aproximadamente 10-60 cm y 1-1.50 m de altura respectivamente y sólo se reproducen por semillas.

Solanum sisymbriifolium, conocida como revienta caballo o espina colorada, igual que *S. euacanthum*, contiene alcaloides en sus tallos y hojas (Willaman y Li, 1970; Giordano *et al.*, 1973; Kavka *et al.*, 1973), mientras que en los frutos de *S. palinacanthum* hay saponinas (Hunziker, com. pers.). Si bien las plantas que poseen dichas sustancias se consideran potencialmente peligrosas (Gallo, 1987; González Stuart, 1989), son también apreciadas en la industria farmacológica como fuente de sustancias medicinales.

El presente trabajo tiene por objetivo estudiar en *Solanum palinacanthum* Dunal, *S. sisymbriifolium* Lam. y *S. euacanthum* Phil., representantes del subgénero *Leptostemonum* (Dunal) Bitt. (Nee, 1999), las características de la epidermis foliar, incluidos estomas y tricomas, y la estructura interna de la lámina y del tallo, lo que permitirá ampliar el conocimiento acerca de la anatomía vegetativa del género, y contribuir a la identificación de las especies y de los fragmentos epidérmicos en casos de intoxicaciones en herbívoros (Yagueddu y Cid, 1992).

Materiales y métodos

Las plantas analizadas provienen de Argentina y se encuentran depositadas en el herbario del Museo Botánico de Córdoba (CORD).

Solanum euacanthum Phil., Prov. San Juan: Dpto. Caucete, *Di Fulvio* 983, 11-III-98.

S. palinacanthum Dunal, Prov. Córdoba: Dpto. Colón, *Cosa et al.* 216, 28-XII-95.

S. sisymbriifolium Lam., Prov. Córdoba: Dpto. Capital, *Cosa* 260, 21-IV-98.

Para la realización de preparaciones permanentes, se utilizó material fijado en FAA, el que luego se deshidrató en una serie de alcohol etílico-xilol y se incluyó en "histoplast". Los cortes microtómicos, de 12 a 18 μm de espesor, se tiñeron con hematoxilina activada y safranina, contrastada con verde fijo (Conn *et al.*, 1960).

El estudio de estomas y tricomas se realizó en hojas maduras. De ellas se extrajo la epidermis, según la técnica de "peeling", o bien, la lámina se diafanizó con hidróxido de sodio al 3%. Los extendidos se colorearon con azul de toluidina o con azul astral y se montaron en glicerina diluida al 50%. Se determinó la frecuencia de tricomas y el índice estomático en campos de 1 mm^2 utilizando un ocular micrométrico. Las fotomicrografías fueron tomadas con fotomicroscopio Axiophot Zeiss.

Resultados

Hoja

Las tres especies tienen hojas pecioladas con lámina simple de forma ovada u oblonga, en *S. palinacanthum* con 2 ó 3 pares de lóbulos y miden 8-14 cm de longitud; en *S. sisymbriifolium*, 4-6 pares de lóbulos profundamente divididos y miden 6-10 cm y en *S. euacanthum*, 3 pares de lóbulos y miden 2.5-3.5 cm de longitud.

En todas las especies se diferencian aguijones (Fig. 4 E) en el pecíolo, venas de la lámina y tallo.

Células epidérmicas. En vista superficial las células son algo alargadas según el eje mayor de la lámina. En *S. palinacanthum* las paredes anticlinales en ambas caras de la hoja son ligeramente sinuosas (Fig. 1 A y B), igual que en el epifilo de *S. euacanthum* (Fig. 1E); en cambio, son muy sinuosas en las dos caras de la epidermis de *S. sisymbriifolium* (Fig. 1 C y D) y en el hipofilo de *S. euacanthum* (Fig. 1F).

Estomas. Los estomas se distribuyen en forma homogénea en ambas caras de la hoja y son más abundantes en la cara abaxial; esta diferencia es mayor en *S. palinacanthum*, según lo indica el índice estomático de la superficie adaxial (5) y abaxial (55); en esta especie, además, se encuentran en hojas adultas estomas sin diferenciar, junto a los maduros (Fig. 1 B). En *S. sisymbriifolium* es menor la diferencia entre el índice estomático de la superficie adaxial (13) y abaxial (35) que en la especie anterior y es menor aún en *S. euacanthum*, con un índice de 29 en la superficie adaxial y de 42 en la abaxial. Los estomas son anomocíticos, anisocíticos y paracíticos. En *S. palinacanthum* y *S. sisymbriifolium* (Fig. 1 A-D) están presentes los tres tipos señalados, mientras que en *S. euacanthum* faltan los paracíticos (Fig. 1 E y F).

Tricomas. Se diferencian cuatro tipos y tres subtipos: tipo 1, eglandular simple, pluricelular, uniseriado y con cutícula lisa (Fig. 2 A); tipo 2, eglandular ramificado, pluricelular, uniseriado, con 2 ó 3 ramas (Fig. 2 B); tipo 3, eglandular estrellado, con 4-6 rayos horizontales y un rayo central vertical, todos unicelulares (Fig. 2 C y D). En *S. palinacanthum* y *S. euacanthum* el rayo central es más o menos de igual longitud que los horizontales, mientras que en *S. sisymbriifolium* es más o menos dos veces mayor. El pie consta de uno (Fig. 2 H) o dos estratos con 2-3 células; tipo 4, glandular simple; subtipo 1, pie pluricelular, uniseriado y cabezuela unicelular (Fig. 2 E); subtipo 2, pie pluricelular uniseriado, con la célula distal pequeña y cabezuela con 4 células paralelas al pie (Fig. 2 F); subtipo 3, pie pluricelular, uniseriado y cabezuela pluricelular pluriseriada (Fig. 2 G).

En *S. palinacanthum* están representados todos los tipos y subtipos señalados; predominan los eglandulares simples y es la especie con mayor número de tricomas (37 por mm² en hipofilo y 20 por mm² en epifilo aproximadamente). En *S. sisymbriifolium* hay tricomas eglandulares simples, estrellados y glandulares subtipos

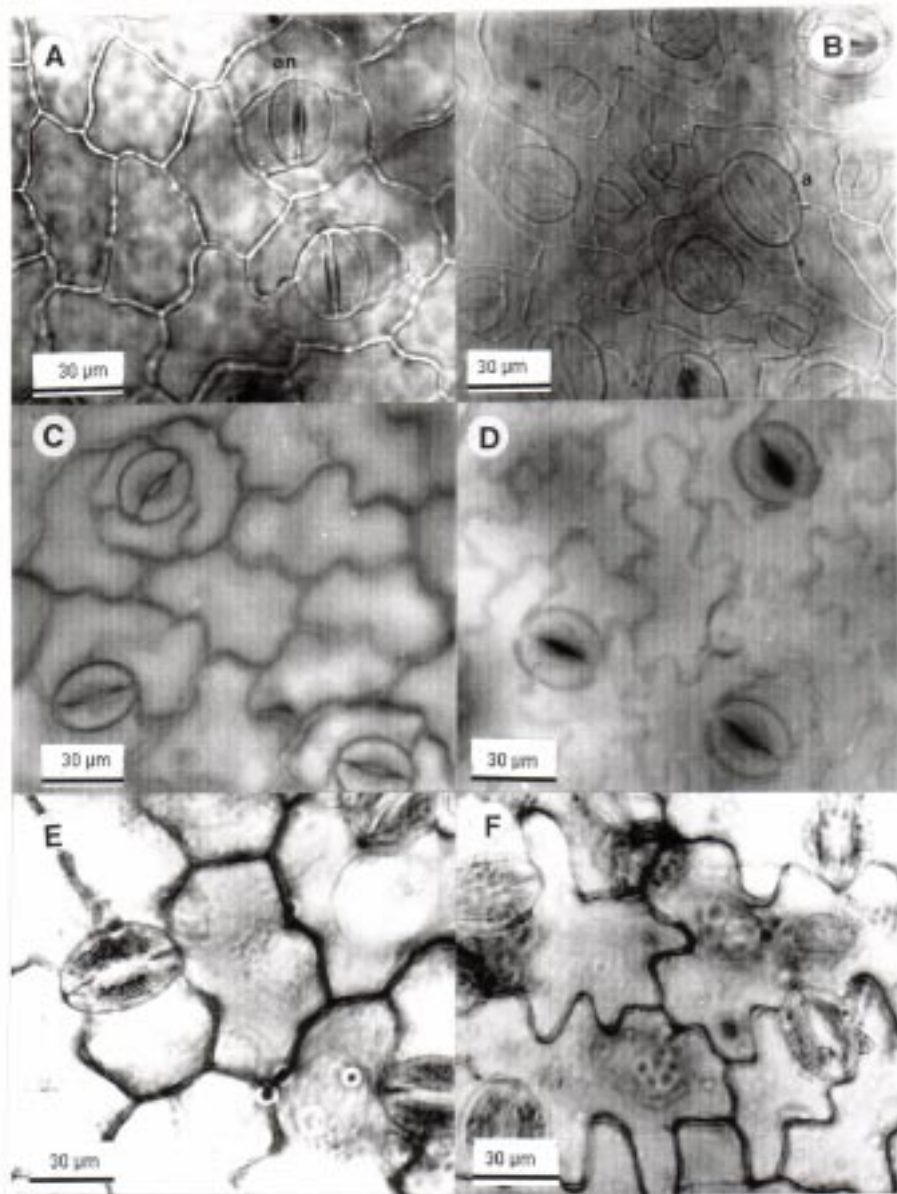


Fig. 1. *Epidermis en vista superficial*. A- B, *Solanum palinacanthum*, epidermis adaxial y abaxial respectivamente, con estomas anisocíticos y estomas en desarrollo; C-D, *S. sisymbriifolium*, epidermis adaxial y abaxial respectivamente con estomas anisocíticos y paracíticos; E-F, *S. euacanthum*, epidermis adaxial y abaxial respectivamente, mostrando estomas anomocíticos y anisocíticos. *Abreviaturas*: **a**: anomocítico; **an**: anisocítico.

1 y 3; son comunes los glandulares del subtipo 1 y hay 2.5 y 7.5, aproximadamente por mm^2 en hipofilo y epifilo respectivamente. *Solanum euacanthum*, es la especie con menor variedad y cantidad de tricomas (aproximadamente 1.4 en hipofilo y 2.2 en epifilo por mm^2), ya que sólo hay tricomas estrellados y glandulares subtipo 3; los primeros son más numerosos.

Estructura interna. En sección transversal la epidermis es unistrata. El mesofilo en *S. sisymbriifolium* y *S. palinacanthum* es dorsiventral (Fig. 3 B y C), con un estrato de clorénquima en empalizada hacia la cara adaxial y 4 ó 5 de clorénquima esponjoso hacia la abaxial y grandes espacios intercelulares. En *S. euacanthum*, en cambio, el mesofilo es de estructura isolateral (Fig. 3 D), con un estrato de parénquima en empalizada hacia la cara adaxial y 2 hacia la cara abaxial, están separados por tres capas casi isodiamétricas y todos forman un tejido compacto con escasos espacios intercelulares.

En las tres especies, el clorénquima se prolonga hasta el borde de la lámina y hay depósitos de areniscas cristalinas en los estratos internos. La zona de la vena media sobresale en el haz y el envés de la lámina y se diferencia colénquima subepidérmico en ambas caras (Fig. 3 A); el haz vascular biclateral está rodeado por una vaina no bien definida de células parenquimáticas.

Tallo

Estructura primaria. En las especies analizadas, la sección transversal del entrenudo es circular y la epidermis unistrata (Fig. 4 A-C). Los tricomas glandulares son similares a los de las hojas, los estrellados se diferencian sólo en *S. euacanthum* y los eglandulares simples en *S. sisymbriifolium*.

El córtex en *S. euacanthum* (Fig. 4 A y C) tiene aproximadamente 8 estratos diferenciados: 2-3 de clorénquima, 3 de colénquima angular y 3 de parénquima. En *S. sisymbriifolium* (Fig. 4 B) y *S. palinacanthum*, los 10 estratos celulares corresponden a 1 de clorénquima, 4-6 de colénquima angular y 4 de parénquima.

En los tallos jóvenes, el sistema vascular presenta, un eustele con hacecillos biclaterales, que posteriormente se constituye en un sifonostele por actividad interfascicular. La médula consta de parénquima con células más o menos isodiamétricas y, como en el córtex, algunas contienen areniscas cristalinas.

Estructura secundaria. La epidermis se conserva aún en las partes basales de los tallos y en ninguna de las tres especies se observaron divisiones periclinales que indicaran la formación de peridermis.

En relación con el floema externo e interno, hay fibras de paredes lignificadas (Fig. 4 D y F) y en el parénquima cortical y medular se depositan areniscas cristalinas.

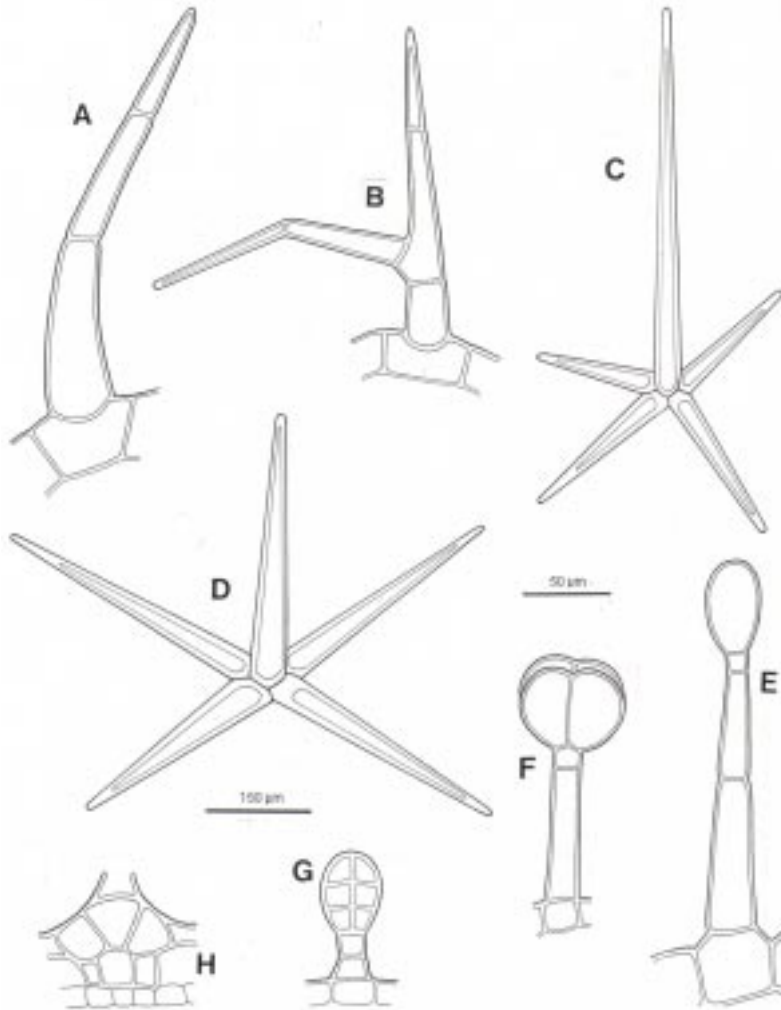


Fig. 2. *Trichomas*. A-D y H, foliares; E-G, caulinares. *Solanum palinacanthum*: A, eglandular simple; B, estrellado; E-G, glandular con cabezuela unicelular, tetracelular y pluricelular, respectivamente. *S. sisymbriifolium*: C, estrellado. *S. euacanthum*: D, estrellado.

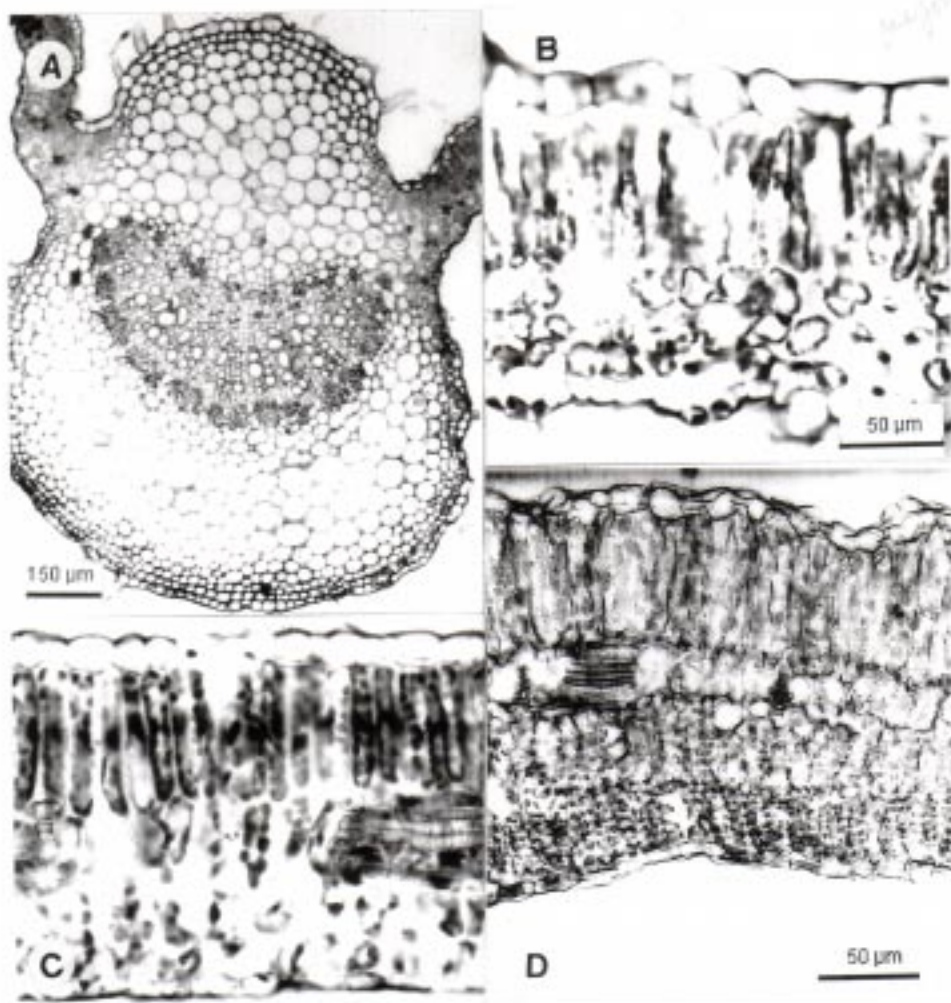


Fig. 3. *Estructura interna de la hoja*. A y B, *Solanum sisymbriifolium*: A, corte transversal por lámina mostrando la zona de la vena media; B, sector de corte transversal mostrando el mesofilo dorsiventral; C, *S. palinacanthum*, sector de corte transversal mostrando el mesofilo dorsiventral; D, *S. euacanthum*, sector de corte transversal, mostrando el mesofilo isolateral.

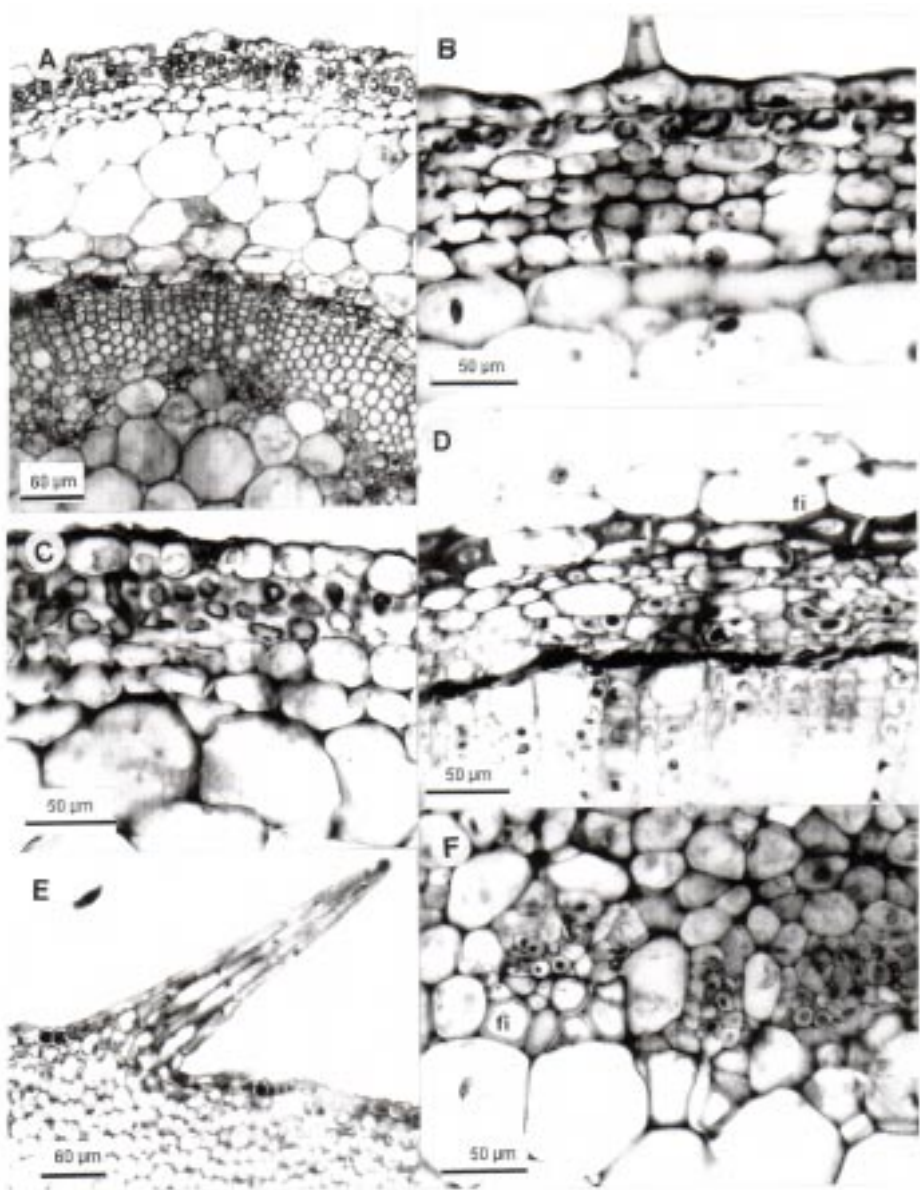


Fig. 4. *Estructura interna del tallo*. A y C, *Solanum euacanthum*: A, sector de corte transversal; C, detalle de corteza mostrando epidermis, clorénquima y colénquima; B, D y F, *S. sisymbriifolium*: B, detalles de corteza mostrando epidermis, clorénquima y colénquima; D y F, detalle del floema externo e interno respectivamente mostrando las fibras; E, *S. palinacanthum*, detalle de un aguijón. *Abreviatura: fi*: fibras.

Discusión y conclusiones

En las tres especies aquí analizadas, igual que en *S. juvenale*, *S. elaeagnifolium* y *S. hieronymi*, todas representantes del subgénero *Leptostemonum* (Cosa *et al.*, 1998 y 2000), se hallaron varios tipos de estomas en una misma hoja, carácter que es frecuente en Solanaceae (Karatela y Gill, 1986). Asimismo, los estomas son más abundantes en la cara abaxial que en la adaxial; esta diferencia es notable en *S. palinacanthum* donde, además, es común hallar en las hojas adultas, estomas sin diferenciar junto a los ya diferenciados.

Las paredes anticlinales de las células epidérmicas muestran distinto grado de ondulación, según las especies; en vista superficial, son ligeramente sinuosas en ambas caras de las hojas de *S. palinacanthum*, así como en *S. elaeagnifolium* y *S. juvenale* (Cosa *et al.*, 1998) y son muy sinuosas en ambas caras de las hojas de *S. sisymbriifolium*. En *S. euacanthum* y en *S. hieronymi* son ligeramente sinuosas en la cara adaxial y muy sinuosas en la abaxial (Cosa *et al.*, 2000).

De acuerdo con la clasificación de Seithe (1979), se reconocieron los siguientes tipos de tricomas: eglandulares simples, ramificados, estrellados y glandulares simples. Los tricomas estrellados se presentan en todas las especies, aunque particularidades de los rayos horizontales, del rayo central y del pie, los diferencia (Bruno *et al.*, 1999; Cosa *et al.*, 2000; Dottori *et al.*, 2000). También son diferentes, según las especies, las características de la cabezuela y del pie de los tricomas glandulares. La variante 2 con cabezuela tetracelular coincide con lo señalado por Mansilla *et al.* (1999), en *Cyphomandra* y en especies de *Solanum* sect. *Cyphomandropsis*; en ellas, la pequeña célula que hay debajo de las 4 células de la cabezuela es parte del pie. En cuanto a la variante 3, se corresponde con el tipo capitado de pie corto y cabezuela pluricelular de la clasificación de Inamdar y Patel (1973).

La estructura de la hoja, según las especies, mostró distinto grado de xeromorfismo; en *S. euacanthum*, igual que en *S. elaeagnifolium*, el mesofilo es isobilateral, posee pequeños espacios intercelulares y la lámina es angosta, particularidades que indican una mayor adaptación a ambientes xerofíticos (Fahn, 1990). En *S. palinacanthum* y *S. sisymbriifolium* el mesofilo dorsiventral presenta grandes espacios intercelulares y la lámina es amplia, lo que indicaría una menor adaptación a dicho ambiente. *Solanum hieronymi* y *S. juvenale* representan casos intermedios entre los anteriores, ya que, si bien la lámina es amplia y de estructura dorsiventral, el tejido clorénquimático tiene reducidos espacios intercelulares, características que también se asocian a ambientes con escasa disponibilidad de agua (Fahn y Cutler, 1992).

El córtex de los tallos consta de clorénquima, colénquima y parénquima; esta distribución de los tejidos se halló también en las tres especies comparadas y en otras especies de *Solanum* (Hayward, 1953; Mansilla *et al.*, 1999); sin embargo, el número total de estratos corticales y capas de clorénquima es variable, según las especies.

Cuadro 1. Diferencias en epidermis foliar y en la estructura interna de la lámina y del tallo

Caracteres	<i>S. palinacanthum</i>	<i>S. sisymbriifolium</i>	<i>S. euacanthum</i>	<i>S. juvenale</i>	<i>S. elaeagnifolium</i>	<i>S. hieronymi</i>	
Hoja							
Paredes radiales de epidermis	ligeramente sinuosas en ambas caras	muy sinuosas en ambas caras	muy sinuosas en hipofilo y ligeramente sinuosas en epifilo	ligeramente sinuosas en ambas caras	ligeramente sinuosas en ambas caras	muy sinuosas en ambas caras	
Tricoma estrellado	Rayo horiz.	4-6 rayos de 260-300 μm	4-6 rayos de 180-200 μm	4-6 rayos de 250-300 μm	4-8 rayos de 120-360 μm	8-16 rayos de 120-300 μm	4 rayos de 350-850 μm
	Rayo central	eglandular unicelular, de 270-310 μm	eglandular unicelular, de 450-500 μm	eglandular unicelular, de 280-300 μm	eglandular unicelular, de 40-120 μm	eglandular unicelular, de 20-60 μm	eglandular unicelular, rara vez pluricelular o glandular, de 240-600 μm
	Posición del pie	a nivel de la epidermis	a nivel de la epidermis	a nivel de la epidermis	a nivel de la epidermis	se introduce en el mesofilo	elevado por emergencia epidérmica
Tricomas eglandulares	presentes	presentes	ausentes	presentes	ausentes	ausentes	
Tricomas ramificados	presentes	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes	
Tricomas glandulares	subtipos 1, 2, 3	subtipos 1 y 3	subtipo 3	subtipo 3	subtipo 3	subtipos 1 y 3	
Mesofilo	dorsiventral	dorsiventral	isolateral	dorsiventral	isolateral	dorsiventral	
Tallo							
Clorén-quima	1 estrato	1 estrato	2 ó 3 estratos	1 estrato	2 estratos	2 estratos	

Las diferencias en la epidermis foliar y en la estructura interna de la lámina y del tallo de las tres especies aquí analizadas, comparadas con las que presentan las tres del subgénero *Leptostemonum*: *S. juvenale* Thell., *S. elaeagnifolium* Cav. y *S. hieronymi* Kuntze, contribuyen a su delimitación. Se resumen en el cuadro 1.

Agradecimientos. A la Dra. Teresa Emil Di Fulvio por la lectura del manuscrito y por proveernos el material de *Solanum euacanthum*; a la Biól. Adriana Pérez por la realización de algunas de las preparaciones permanentes, y a la Secretaría de Ciencia y Tecnología, de la Universidad Nacional de Córdoba (SECYT), por el apoyo económico brindado.

Literatura citada

- BRUNO, G., N. DOTTORI Y M. T. COSA. 1999. Ontogenia de tricomas estrellados en *Solanum elaeagnifolium* (Solanaceae). *Kurtziana* 27 (1): 169-172.
- CONN, H. J., M. A. DARROW Y V. M. EMMEL. 1960. *Staining procedures*. Williams Wilkins, Baltimore. I-XII, 1-289 p.
- COSA, M. T., G. BRUNO Y N. DOTTORI. 1998. Anatomía de los órganos vegetativos en *Solanum juvenale* Thell., su comparación con *S. elaeagnifolium* Cav. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 69 (1): 9-22.
- COSA, M. T., N. DOTTORI Y G. BRUNO. 2000. Propagación y anatomía de los órganos vegetativos en *Solanum hieronymi* (Solanaceae). *Kurtziana* 28 (2): 211-220.
- DOTTORI, N., G. BRUNO Y M. T. COSA. 2000. Anatomía comparada de las plántulas de *Solanum elaeagnifolium* y *S. juvenale* (Solanaceae). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 35 (1-2): 115-123.
- FAHN, A. 1990. *Plant anatomy*, I-XI, 1-588, f. 1-305. 4th edition. Pergamon, Oxford.
- FAHN, A. Y D. F. CUTLER. 1992. *Xerophytes*. Encyclopedia of plant anatomy XIII (3). I-IX: 1-177, f. 1-90, tab 20. Gebruder Borntraeger, Berlin.
- GALLO, G. G. 1987. *Plantas tóxicas para el ganado en el cono sur de América*. Hemisferio sur; Buenos Aires.
- GIORDANO, O. S., J. KAVKA, J. C. GIANELLO Y A. T. D'ARCANGELO. 1973. Compuestos esteroidales del *Solanum juvenale* Thell., *S. euacanthum* Phil. y *S. pyretrofolium* Griseb. *Anales de la Asociación Química Argentina* 61: 47-50.
- GONZÁLEZ STUART, A. 1989. *Plantas tóxicas para el ganado*. Limusa, Buenos Aires.
- HAYWARD, H. E. 1953. *Estructura de las plantas útiles*. Acme, Buenos Aires.
- INAMDAR J. A. Y R. C. PATEL. 1973. Structure, ontogeny and classification of trichomes in some Polemoniales. *Feddes Repertorium* 83 (7-8): 473-488.
- KARATELA, Y. Y. Y L. S. GILL. 1986. Observation on the developmental studies of stomatal differentiation in the epidermis of the Solanaceae. *Feddes Repertorium* 97 (5-6): 303-311.
- KAVKA, J. O., S. GIORDANO Y A. D'ARCANGELO. 1970. Saponinas del *Solanum meloncillo* Parodi. *Sesiones Químicas Argentinas*, Universidad Nacional de Mendoza (Argentina).
- MANSILLA, S. M. 1999. Estudio morfoanatómico de órganos vegetativos en representantes de los géneros *Solanum* sect. *Cyphomandropsis* y *Cyphomandra*. *Kurtziana* 27 (2): 271-284.
- NEE, M. 1999. Synopsis of *Solanum* in the new world. In: M. Nee, D. E. Symon, R. N. Lester and J. P. Jessop (eds.) Morphology and anatomy of leaves from some woody plants in a humid tropical forest of Venezuelan Guayana. *Acta Botanica Fennica* 112: 1-41.

- PILAR, F. M. R. C. 1937. Contribución al estudio del *Solanum elaeagnifolium* Cav. (meloncillo del campo). *Anales de Farmacia y Bioquímica* 8 (2): 23-44.
- SEITHE, A. 1979. Hair types as taxonomic characters in *Solanum*. In: J. C. Hawkes, R. N. Lester and A. D. Skelding (eds.) *The biology and taxonomy of Solanaceae*. Academic, London, pp. 307-319.
- WILLAMAN J. J. Y H. L. LI. 1970. Alkaloid-bearing plants. *Lloydia Supplement* 33 (3): 202-217.
- YAGUEDDU, C. Y M. S. CID. 1992. Caracteres epidérmicos de dicotiledóneas de la pampa deprimida bonaerense, de utilidad en microanálisis de dietas. *Revista Argentina de Producción Animal* 12 (3): 265-279.

Recibido: 13-09-2001

Aceptado: 17-04-2002