

MICROMORFOLOGÍA Y ANATOMÍA DEL PECÍOLO EN ESPECIES DE
SOLANUM, SECCIÓN GEMINATACOMPARATIVE ANATOMY OF THE PETIOLE IN *SOLANUM* SPECIES
SECTION GEMINATA

Carmen Benítez y María Ferrarotto

*Instituto de Botánica Agrícola. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela.**Maracay. Edo. Aragua. Venezuela. Apto. Postal 4579**Correos electrónicos: cbenitez22@gmail.com; ferrarottom@agr.ucv.ve*

RESUMEN

La sección Geminata del género *Solanum*, comprende 126 especies de las cuales 35 están representadas en Venezuela. Éstas son muy homogéneas en lo que respecta a su morfología externa y en general a su hábito de crecimiento y ramificación simpodial. En la búsqueda de otros caracteres que apoyen su identificación y/o separación, se estudió la anatomía del pecíolo considerando caracteres micromorfoanatómicos que podrían conformar un criterio taxonómico de delimitación a nivel específico. Para esta primera entrega, se seleccionaron 18 especies utilizando material fresco y herborizado de MER, MY y VEN. Las secciones transversales de pecíolos de hojas adultas, fueron obtenidas a mano alzada, teñidas y montadas en láminas semipermanentes para su observación en un microscopio compuesto. Se determinó la dimensión del eje transversal y longitudinal de las secciones, tipo y densidad de tricomas, tipo y densidad de estomas, número de capas epidérmicas y forma de sus células, forma y dimensiones del haz vascular, longitud de las alas. Los caracteres micromorfológicos más contrastantes en los pecíolos de las especies estu-

diadas fueron los cuantitativos referidos al número de tricomas con altas densidades para *S. chlamydogynum*, *S. microleprodes* y *S. oblongifolium* con 36 tricomas.mm⁻² y a la longitud de las alas de hasta 1700 µm en *S. obovalifolium*. El resto de los caracteres cuantitativos estudiados y todos los cualitativos no resultaron significativos para relacionar estas especies. Adicionalmente, la presencia de colénquima sólo en el pecíolo de *S. nudum* y *S. obovalifolium* así como arenillas cristalíferas sólo en seis especies permitiría diferenciarlas del resto de las consideradas.

Palabras clave: micromorfología, anatomía, pecíolo, *Solanum* sección Geminata.

ABSTRACT

The Geminata Section of the genus *Solanum* is integrated by 126 species, from which 35 are represented in Venezuela. These are very homogeneous regarding its morphology and general growth habit with simpodial branching. In the searching of other features that allow their identification and/or separation, a study of petiole anatomy considering micromorphoanatomics characters that can

conform a taxonomic criterion for delimitation at specific level. For this first article, 18 species were considered using fresh and herborized material from MER, MY and VEN. Petiole transverse sections from adult leaves were hand made, stained and mounted in semipermanent slides for observation under a compound microscope. The dimension of transversal and longitudinal axis of sections, the trichome type and density, stomata type and density, number of epidermal layers and cell shape, bundle sheath form, dimensions and wings length were registered. The most contrasting petioles micromorphological features between the studied species were the quantitative referred to trichomes number with high densities for *S. chlamydogynum*, *S. microleprodes* and *S. oblongifolium* with 36 trichomes.mm⁻² and petiole wing length to 1700 µm in *S. obovalifolium*. The rest quantitative characters studied and all the qualitative features have a lack of significance to relate these species. In addition, the presence of collenchyma only in *S. nudum* and *S. obovalifolium* petiole, as well as abundant sandy crystals only six species would differentiate them from the rest of those considered.

Key words: micromorphology, anatomy, petiole, *Solanum* section Geminata.

INTRODUCCIÓN

La sección Geminata pertenece al género *Solanum*, comprende 126 especies que han sido separadas en 16 grupos (Knapp, 2002), de los cuales 12 grupos están representados en Venezuela con 35 especies. Esta sección se encuentra principalmente distribuida en el Neotrópico y en Venezuela es componente de bosques tropófilos macrotérmicos hasta páramos, entre 100-3 500 m. Dicha sección

incluye árboles pequeños o arbustos de 1.5-4 m de alto, glabros o pubescentes, con unidades simpodiales unifoliadas o bien difoliado-geminadas o fasciculadas con las inflorescencias opuestas a las hojas o en algunos casos alternas a éstas.

Para una misma especie de esta sección, las hojas pueden ser glabras o pubescentes en ambas caras o sólo en una de ellas, con la pubescencia distribuida en toda la lámina o bien a lo largo de las venas o en las axilas de éstas. Los tricomas pueden ser protectores o glandulares; entre los primeros se presentan simples uniseriados o ramificado-dendríticos y los segundos con cabeza bicelular o unicelular. Las inflorescencias son opuestas a las hojas. Las flores son pequeñas, la corola rotácea y de color blanco. Los frutos son firmes y verdes cuando maduros. Las semillas reniforme-ovoideas. En Venezuela las especies están principalmente distribuidas en la Cordillera de la Costa y en la Cordillera de Mérida, creciendo en selvas nubladas o en bosques muy húmedos, a elevaciones entre 750-2 900 m.

Estudios anatómicos en *Solanum* se han realizado a nivel de epidermis foliar y tallos, sin embargo, consideraciones de las características micromorfológicas a nivel del pecíolo no han sido abordadas. El pecíolo, es parte importante de estudios tendentes a la clasificación tipológica de las hojas, basada en la forma, estructura y proporción de cada una de sus partes: base foliar, pecíolo y lámina que varían ampliamente. Así mismo, los estudios anatómicos de los nudos, generalmente incluyen al pecíolo, tal como lo indican Bhatt y Singh (1979) para la identificación de algunas especies de *Solanum*.

Debido a que los miembros de la sección Geminata, conforman un grupo de plantas muy homogéneas, lo cual dificulta su identificación en campo, Benítez & Ferrarotto (2009) iniciaron el estudio micromorfológico de los miembros de esta sección para Venezuela, en la búsqueda de caracteres adicionales que apoyen la identificación y/o separación de especies de *Solanum*. En este estudio se realizó la micromorfología y anatomía del pecíolo de las especies pertenecientes a la sección Geminata para Venezuela (Benítez & Ferrarotto, 2009): *Solanum aphyodendron*, *Solanum aphyodendron* S. Knapp, *Solanum chlamydogynum* Bitter, *Solanum cornifolium* Dunal, *Solanum dissimile* C.V. Morton, *Solanum falconense* S. Knapp, *Solanum gratum* Bitter, *Solanum leucocarpon* Dunal, *Solanum lucens* S. Knapp, *Solanum microleprodes* Bitter, *Solanum nudum* Dunal, *Solanum oblongifolium* Dunal, *Solanum obovalifolium* Pittier ex Benítez, *Solanum oppositifolium* Ruiz & Pavón, *Solanum ripense* Dunal, *Solanum tanysepalum* S. Knapp, *Solanum tepuiense* S. Knapp, *Solanum turgidum* S. Knapp, *Solanum validinervium* Benítez et Knapp.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el estudio de los pecíolos, en la presente investigación fue necesario realizar una selección de material fresco y herborizado que dependió de la presencia de la especie al momento de la colecta en campo. De las 18 especies estudiadas, sólo se dispuso de material fresco para nueve, el resto del material se obtuvo a partir de muestras de colecciones depositadas en los herbarios MER, MY y VEN, según como se especifica en la tabla 1. El muestreo consistió en la selección de la porción media de pecíolos

de hojas adultas tanto en material fresco, como de herbario. El número de muestras obtenidas fue de cinco secciones de pecíolo para cada especie, variando el número de especímenes utilizados para cada especie, siendo sólo de un espécimen en el caso de *S. microleprodes* y *S. tepuiense* debido a su distribución restringida. En contraste, para *S. nudum*, se dispuso de cuatro ejemplares basado en la diversidad morfológica de esta especie.

El material fresco fue fijado en una solución de FAA formaldehído, ácido acético y alcohol 70%. El material herborizado fue rehidratado mediante ebullición durante 10 minutos, y colocado en reposo por 24 horas mínimo, antes de la obtención de las secciones transversales. Para los materiales de herbario que no lograron su hidratación total con el procedimiento anterior se procedió a una segunda ebullición e inclusión en una solución de lactofenol, para la hidratación completa.

Las secciones transversales del pecíolo tanto del material fresco como herborizado se realizaron a mano alzada en su porción media, con navaja de afeitar y ayuda de cubos de anime como soporte, después se tiñeron con azul de toluidina acuosa al 0.05%. Los montajes se hicieron sobre portaobjetos, cubriendo con una solución de glicerina+agua destilada (v/v) y un cubreobjeto. Las láminas se sellaron con esmalte transparente para evitar la deshidratación del material. Para la observación con microscopía óptica se utilizó un microscopio Leica DMLS con una cámara fotográfica incorporada Leica MPS 30. Las secciones de pecíolo se obtuvieron en su punto medio, equidistante del eje y la lámina, debido a que se ha señalado que dependiendo de la posición topológica,

Tabla 1. Datos de referencia del material estudiado indicándose colector y herbario del depósito de los especímenes. Material fresco (f) y herborizado (h) examinado de las 18 especies de la sección Geminata del género *Solanum*, indicándose colector y herbario de depósito de los especímenes.

Especie	Colector	Condición del material		Herbario
		(f)	(h)	
<i>S. aphyodendron</i> S. Knapp	Benítez <i>et al.</i> , 6918		x	MY
	Benítez <i>et al.</i> , 6350		x	MY
<i>S. chlamydogynum</i> Bitter	Benítez <i>et al.</i> , 6194		x	MY
	Benítez <i>et al.</i> , 6915		x	MY
<i>S. cornifolium</i> Dunal	Benítez <i>et al.</i> , 6388	x		MY
	Benítez <i>et al.</i> , 6366	x		MY
<i>S. dissimile</i> C. V. Morton	Benítez <i>et al.</i> , 6931	x		MY
	Benítez <i>et al.</i> , 6935		x	MY
<i>S. falconense</i> S. Knapp	Benítez <i>et al.</i> , 6218	x		MY
	Benítez <i>et al.</i> , 5152		x	MY
<i>S. gratum</i> Bitter	Benítez <i>et al.</i> , 1421		x	MY
	Aristeguieta, L., 2992		x	MY
<i>S. leucocarpon</i> Dunal	Benítez <i>et al.</i> , 4808		x	MY
	Benítez <i>et al.</i> , 6340	x		MY
<i>S. lucens</i> S. Knapp	Knapp <i>et Mallet</i> , 6832		x	MY
	Benítez <i>et al.</i> , 5489		x	MY
<i>S. microleprodes</i> Bitter	Bunting, 12858		x	VEN
<i>S. nudum</i> Dunal	Benítez <i>et al.</i> , 6242	x		MY
	Benítez <i>et al.</i> , 6876	x		MY
	Benítez <i>et al.</i> , 6797	x		MY
	Lastres, M., 41	x		MY
<i>S. oblongifolium</i> Dunal	Benítez <i>et al.</i> , 4861		x	MY
	Lastres, M., 25	x		MY
<i>S. obovalifolium</i> Pittier ex Benítez	Badillo, 3848		x	MY
	Benítez, 4908		x	VEN, MER
<i>S. oppositifolium</i> Ruiz & Pavón	Davidse <i>et Miller</i> , 27148		x	VEN, MER
	Plowman, T., 13696		x	VEN
<i>S. ripense</i> Dunal	Benítez <i>et al.</i> , 6378	x		MY
	Lastres, M., 45	x		MY
<i>S. tanysepalum</i> S. Knapp	Meier <i>et al.</i> , 647		x	MY
	Morillo <i>et Pacheco</i> , 10883		x	MY
<i>S. tepuiense</i> S. Knapp	Steyermark, J. 60054		x	VEN
<i>S. turgidum</i> S. Knapp	Knapp <i>et Mallet</i> , 6767		x	MY
	Knapp <i>et Mallet</i> , 6763		x	MY
	Benítez <i>et al.</i> , 6378	x		MY
<i>S. validinervium</i> Benítez & Knapp	Benítez <i>et al.</i> , 6469	x		MY
	Benítez <i>et al.</i> , 6904	x		MY

el pecíolo puede presentar variaciones en el patrón vascular, variando desde ramificados hasta los anastomosados (Maksymowych *et al.*, 1983).

Los caracteres micromorfológicos estudiados fueron cualitativos y cuantitativos. Los primeros se basaron en la observación al microscopio óptico y su respectiva descripción. Para los cuantitativos, se utilizó un lente micrometrado adaptado al microscopio. En todos los casos las observaciones se realizaron en tres campos distintos de cada muestra, a una magnificación de 400x y 100x respectivamente. Las variables cualitativas fueron: tipo de tricomas y estomas, forma externa del pecíolo (considerando las dimensiones eje transversal por eje longitudinal), prominencia de las alas del pecíolo, forma de las células de la epidermis y aspecto de las paredes celulares, presencia o no de colénquima, presencia o no de arenillas cristalíferas o granos de almidón en las células del parénquima esponjoso ubicado hacia la región del envés del pecíolo. Respecto al haz conductor central del pecíolo, se consideró su forma y el arreglo relativo de xilema y floema.

Las variables cuantitativas estudiadas fueron: dimensiones del pecíolo (largo x ancho), largo de las alas del pecíolo, número de capas de parénquima clorofiliano, número de capas de colénquima, número de estomas y tricomas por mm² y dimensiones del haz conductor. La densidad de tricomas (DT) y estomas (DE) se determinó aplicando las relaciones: $DT = \text{núm. de tricomas por unidad de área foliar} / 0.19635 \text{ mm}^2$ y $DE = \text{estomas} / (\text{estomas} + \text{células epidérmicas} \times 100)$, respectivamente. El área utilizada en mm² correspondió al campo de observación del microscopio utilizado.

Se realizó un análisis de varianza y prueba de comparaciones múltiples de Tukey para un $\alpha = 5\%$. Se determinó la correlación entre variables estudiadas todo ello utilizando el programa Statistix, versión 8.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características anatómicas del pecíolo para cada especie, se describen a continuación:

Solanum aphyodendron

Pecíolo con alas poco prominentes, exhibiendo un hacesillo vascular poco desarrollado en cada extremo distal. La epidermis es uniestratificada, con células poligonales alargadas, con paredes celulares relativamente engrosadas, con tricomas glandulares (Fig. 1a). Por debajo de la epidermis se observan dos capas de células parenquimáticas, con abundantes cloroplastos, seguidamente se observa el tejido colenquimático angular de 5-6 capas de células, continuando con 7-8 capas de parénquima esponjoso, muchas de ellas se observan llenas de arenillas cristalíferas y granos de almidón, las cuales oscurecen las células, en mayor proporción en el envés y alrededor del tejido vascular. El haz vascular presenta arreglo bicolateral, reniforme (Fig. 4a).

Solanum chlamydogynum

Pecíolo con alas prominentes, las cuales presentan un hacesillo vascular poco desarrollado en cada extremo. La epidermis es uniestratificada con células poligonales alargadas, con abundantes tricomas ramificados (Fig. 1b), estando éstos presentes sólo hacia la región del envés del pecíolo.

Por debajo de la epidermis se observaron dos capas de células parenquimáticas con abundantes cristales, seguido de 6-7 capas de tejido colenquimático angular, con más de nueve capas de células globosas. El haz vascular presenta arreglo bicolateral, en herradura (Fig. 4b), rodeado por células esclerenquimáticas aisladas y en paquetes de 3-4 células en cada uno.

Solanum cornifolium

Peciolo con alas poco prominentes y un hacesillo vascular poco desarrollado en cada extremo distal. La epidermis es uniestratificada con células poligonales redondeadas de paredes celulares relativamente delgadas. Por debajo de la epidermis se observan 2-3 capas de células parenquimáticas, y seguidamente se encuentra el colénquima angular con 7-8 capas de células y siete capas de parénquima esponjoso con abundantes granos de almidón y arenillas cristalíferas que disminuyen la transparencia de la sección en la zona cercana al tejido vascular. El haz vascular presenta arreglo bicolateral, reniforme (Fig. 4a), el cual se encuentra rodeado por células esclerenquimáticas aisladas.

Solanum dissimile

Peciolo con alas prominentes, observándose en cada extremo un hacesillo vascular poco desarrollado en cada extremo distal. La epidermis uniestratificada muestra células poligonales redondeadas, con paredes celulares relativamente delgadas. Se observaron bases de tricomas glandulares en grupos (Fig. 1c) y abundantes tricomas glandulares con base unicelular. Por debajo de la epidermis se presentan dos capas de células parenquimáticas, seguidas por 6-7

capas de colénquima angular: en las células del parénquima esponjoso cercanas al haz vascular, se observaron abundantes arenillas cristalíferas y granos de almidón. El haz vascular presenta arreglo bicolateral, reniforme (Fig. 4a), observándose rodeado por células esclerenquimáticas y arenillas cristalíferas que restan la transparencia de las células globosas, en mayor proporción hacia el envés.

Solanum falconense

Peciolo con alas rudimentarias y un hacesillo vascular incipientes en el extremo de cada una de ellas. Presenta epidermis uniestratificada con células poligonales alargadas de paredes celulares delgadas con tricomas tectores (Fig. 1d). Por debajo de esta epidermis se observan 6-7 capas de colénquima angular, seguido de 7-8 capas de parénquima esponjoso con presencia de cristales y granos de almidón. El haz vascular presenta arreglo bicolateral, reniforme (Fig. 4a).

Solanum gratum

Peciolo con alas prominentes que presentan un hacesillo vascular incipiente en cada extremo distal. La epidermis es uniestratificada con células poligonales redondeadas, de paredes celulares moderadamente delgadas. Por debajo de esta epidermis, encontramos 1-2 capas de células parenquimáticas, seguido por 4-5 capas de colénquima angular y luego 7-8 capas de parénquima esponjoso, de pared celular moderadamente gruesa. El haz vascular presenta arreglo bicolateral, en herradura (Fig. 4b), rodeado por células esclerenquimáticas dispuestas en forma aislada y agrupadas en paquetes de 2-4 células cada uno.

Solanum leucocarpon

Peciolo con alas incipientes que presentan un hacesillo vascular incipiente en cada extremo distal. Epidermis uniestratificada de células poligonales alargadas con abundantes tricomas glandulares cortos (Fig. 1e). Debajo de la epidermis se observan seis capas de colénquima angular, seguido por 8-9 capas de células de parénquima esponjoso, de pared celular ligeramente gruesa. El haz vascular presenta arreglo bicolateral, en herradura (Fig. 4b), rodeado por células esclerenquimáticas aisladas y en paquetes de 3-4 células cada uno.

Solanum lucens

Peciolo de forma achatada, con alas poco prominentes, observándose un hacesillo vascular poco desarrollado en cada extremo distal. La epidermis es uniestratificada, con células poligonales de paredes sinuosas, tricomas glandulares. Por debajo de esta epidermis se observaron 1-2 capas de células parenquimáticas, seguidas por 5-6 capas de colénquima angular y 7-8 capas de células de parénquima esponjoso. En el parénquima esponjoso no se observaron granos de almidón, ni arenillas cristalíferas, pero sí cristales. El haz vascular presenta arreglo bicolateral, en herradura (Fig. 4b), rodeado por células esclerenquimáticas pequeñas aisladas y en paquetes de 3-4 células cada uno.

Solanum microleprodes

Peciolo con alas poco prominentes con evidencia de un hacesillo vascular poco desarrollado en cada extremo distal. La epidermis es uniestratificada, con células poligonales redondeadas con alta densidad de tricomas ramificados (Fig. 1f). Por debajo

de ésta, 1-2 capas de células parenquimáticas con abundantes cloroplastos, seguida por 4-5 capas de colénquima y 7-8 capas de parénquima de células globosas. El haz vascular presenta arreglo bicolateral, reniforme (Fig. 4a) rodeado por células esclerenquimáticas aisladas y agrupadas en paquetes de 2-3 células cada uno.

Solanum nudum

Peciolo con alas poco prominentes con un hacesillo vascular en desarrollo en cada extremo distal. La epidermis es uniestratificada con células poligonales rectangulares de pared celular ligeramente delgada con pocos tricomas protectores simples, y ausencia de tricomas glandulares (Fig. 1g). Por debajo de la epidermis se observan dos capas de parénquima clorofiliano con abundantes cloroplastos, seguido por 5-6 capas de colénquima angular de paredes engrosadas, continuando con 12 capas de células parenquimáticas globosas de paredes medianamente delgadas. El haz vascular presenta arreglo bicolateral, reniforme (Fig. 4a), rodeado por células esclerenquimáticas discontinuas.

Solanum oblongifolium

Peciolo con alas prominentes, mostrando un hacesillo vascular incipiente en cada extremo distal. Presenta epidermis uniestratificada, con células poligonales alargadas, con pocos tricomas tectores ramificados (Fig. 1h) ubicados solamente en la zona próxima al envés. Por debajo de la epidermis se observaron 6-9 capas de colénquima angular, seguido de 9-10 capas de células de parénquima esponjoso. El haz vascular presenta arreglo bicolateral, de forma aplanada (Fig. 4c), es uno de los que ocupa mayor área den-

tro del pecíolo en comparación con el resto de las especies estudiadas. No se observaron células esclerenquimáticas, pero sí arenillas cristalíferas y almidones en el parénquima esponjoso, en mayor proporción alrededor del tejido vascular.

Solanum obovalifolium

Pecíolo con alas prominentes y haces vasculares incipientes en cada extremo distal. La epidermis es uniestratificada de células poligonales redondeadas y presenta abundantes tricomas tectores y pocos glandulares (Fig. 1i). Por debajo de la epidermis se observaron 1-2 capas de células parenquimáticas con abundantes cloroplastos, y luego siete capas de colénquima angular y 9-10 capas de células de parénquima esponjoso con paredes celulares ligeramente gruesas. El haz vascular presenta arreglo bicolateral, en herradura (Fig. 4b), rodeado por células esclerenquimáticas agrupadas en paquetes entre 4-5 células cada uno.

Solanum oppositifolium

Pecíolo con alas poco prominentes, con haces incipientes en cada extremo distal. Epidermis uniestratificada, con células poligonales redondeadas, con abundantes tricomas tectores y pocos tricomas glandulares (Fig. 1j). Por debajo de la epidermis, se encuentran 1-2 capas de células parenquimáticas con abundantes cloroplastos, seguidas por 5-6 capas de colénquima angular y 6-7 capas de parénquima esponjoso. El haz vascular presenta arreglo bicolateral, en herradura (Fig. 4b), se presenta rodeado de células esclerenquimáticas dispuestas de forma aislada y agrupadas en paquetes de 2-3 células cada uno.

Solanum ripense

Pecíolo con alas rudimentarias con un hacesillo vascular incipiente en cada extremo distal. La epidermis es uniestratificada, con células poligonales alargadas de paredes celulares moderadamente delgadas con pocos tricomas tectores (Fig. 1k). Por debajo de la epidermis se observan dos capas de parénquima clorofiliano seguido por 6-7 capas de colénquima angular, siguiendo con 7-8 capas de parénquima esponjoso con gran cantidad de granos de almidón y arenillas, que disminuyen la transparencia de las células que los contienen, ubicándose mayormente cerca del haz vascular. Este último presenta arreglo bicolateral, en herradura (Fig. 4b) y rodeado por una vaina de paquetes grandes de esclereidas.

Solanum tanysepalum

Pecíolo con alas rudimentarias con un hacesillo vascular poco desarrollado en cada extremo distal. La epidermis es uniestratificada con células poligonales, con gran cantidad de cristales. Por debajo de la epidermis se observa una capa de células parenquimáticas, seguida por 7-8 capas de colénquima angular, continuando con 10-12 capas de células de parénquima esponjoso de paredes moderadamente delgadas con abundantes cristales. El haz vascular presenta arreglo bicolateral, de forma aplanada (Fig. 4c), bastante extendido y rodeado de células esclerenquimáticas aisladas.

Solanum tepuiense

El pecíolo presenta alas rudimentarias con un hacesillo vascular poco desarrollado en cada extremo distal. La epidermis es unies-

traticada con células poligonales con poca densidad de tricomas glandulares (Fig. 1l). Por debajo de ésta se observa una capa de células parenquimáticas, seguida por seis capas de colénquima angular y luego 5-6 capas de parénquima esponjoso de paredes celulares delgadas, con gran contenido de arenillas cristalíferas y cristales. El haz vascular presenta arreglo biclateral, reniforme (Fig. 4a) se presenta rodeado por células esclerenquimáticas aisladas y en paquetes de aproximadamente 2-4 células cada uno.

Solanum turgidum

El pecíolo presenta alas poco prominentes, presentando un hacesillo vascular incipiente en cada extremo distal. La epidermis es uniestratificada, con células poligonales y abundantes tricomas tectores (Fig. 1m). Debajo de la epidermis se observan 6-7 capas de colénquima, seguido por 10-12 capas de células de parénquima esponjoso, de paredes ligeramente delgadas. El haz vascular presenta arreglo biclateral, reniforme (Fig. 4a), rodeado de células esclerenquimáticas aisladas y agrupadas en paquetes de 2-4 células cada uno.

Solanum validinervium

El pecíolo presenta alas prominentes, con un hacesillo vascular poco desarrollado en cada extremo distal. La epidermis es uniestratificada, con células poligonales redondeadas, con abundantes tricomas tectores simples y pocos tricomas glandulares (Fig. 1n). Por debajo de esta epidermis se observan 1-2 capas de células parenquimáticas con abundantes cloroplastos, seguidas por 6-7 capas de colénquima angular, continuando con 8-9 capas de células de parén-

quima esponjoso con abundante contenido de arenillas cristalíferas hacia el envés y paredes celulares medianamente delgadas. El haz vascular presenta arreglo biclateral, de forma aplanada (Fig. 4c).

Especies dentro de la sección Geminata agrupadas mediante caracteres comunes

Para las 18 especies estudiadas, el resultado del estudio de los caracteres cuantitativos del pecíolo se muestran en la tabla 2. Puede observarse que las especies *S. chlamydogynum*, *S. microleprodes* y *S. oblongifolium* presentaron alta densidad de tricomas ramificados (36 tricomas.mm⁻²) (Fig.2), siendo *S. oppositifolium* la especie con densidad de tricomas ramificados, significativamente menor (4 tricomas.mm⁻²).

Respecto a las alas del pecíolo, la presente investigación permitió establecer tres categorías para este carácter, siendo alas rudimentarias, aquellas casi imperceptibles como en *S. falconensi*, *S. ripense*, *S. tanysepalum* y *S. tepuiense* en cuyo caso el pecíolo es de aspecto redondeado. Alas poco prominentes, aquellas con una longitud hasta 750 µm y alas prominentes las de longitud de 750 µm y hasta 1700 µm, como en el caso de *S. dissimile*, *S. oblongifolium*, *S. obovalifolium* y *S. validinervium* (Fig. 3). Este carácter podría utilizarse como diagnóstico para separar grupos.

Así mismo, las dimensiones del haz vascular permitieron distribuir las especies en tres grupos distintos, siendo de 88 por 250 µm el de menores dimensiones, donde sólo se ubica *S. dissimile*. Seguidamente de 200 hasta 625 µm del eje transversal por 625 hasta 1625 µm del eje longitudinal, como en *S. aphyodendron*, *S. cornifolium*,

Tabla 2. Caracteres micromorfológicos cualitativos y cuantitativos del peciolo de 18 especies estudiadas de la sección Geminata del género *Solanum*.

Especie	Eje transversal x eje longitudinal del peciolo (μm)		Tipo y densidad de tricomas (tricomas. mm^{-2})		Densidad de estomas ($\text{est}.\text{mm}^{-2}$)	Tipo de estomas	Eje transversal x eje longitudinal del haz vascular (μm)	Largo de las alas (μm)
	Glandulares	Ramificados	Simples	Ramificados				
<i>S. aphodendron</i>	6	0	0	0	6-12	anisocíticos	600x920	150
<i>S. chlamydogynum</i>	0	0	0	36	3-20	anisocíticos	1250x1875	250-750
<i>S. cornifolium</i>	3	0	0	0	0	0	625x1250	40
<i>S. dissimile</i>	6	6	6	0	6-30	anisocíticos	88x250	1500
<i>S. falconense</i>	0	30	0	0	12	anisocíticos	400x750	0
<i>S. gratum</i>	0	0	0	0	18	anisocíticos	500x1750	300
<i>S. leucocarpon</i>	18-24	0	0	0	6-12	anisocíticos	625x1625	250-500
<i>S. lucens</i>	6	0	0	0	61	anisocíticos	450x875	25
<i>S. microleprodes</i>	1	92	36	36	6	anisocíticos	400x600	300
<i>S. nudum</i>	1	6	6	0	6-12	anisocíticos	200x1500	300
<i>S. oblongifolium</i>	1	6	6	36	6	anisocíticos	1000x2000	750
<i>S. obovatifolium</i>	6-12	30-61	0	0	6	anisocíticos	750x1375	1000-1700
<i>S. oppositifolium</i>	6-18	61	4	4	6-18	anisocíticos	550x800	175-500
<i>S. ripense</i>	0	12	0	0	6	anisocíticos	875x2125	0
<i>S. tanysepalum</i>	0	0	0	0	0	0	400x1875	0
<i>S. tepuiense</i>	6	0	0	0	30	anisocíticos	450x900	125
<i>S. turgidum</i>	0	184-246	0	0	18-24	anisocíticos	1125x1375	375
<i>S. validinervium</i>	6	49	0	0	6-12	anisocíticos	450x900	1000

S. falconense, *S. gratum*, *S. leucocarpon*, *S. lucens*, *S. microleprodes*, *S. nudum*, *S. oppositifolium*, *S. tanysepalum*, *S. tepuiense* y *S. validinervium*. En el tercer grupo se ubicaron *S. chlamydogynum*, *S. oblongifolium*, *S. obovalifolium*, *S. ripense* y *S. turgidum*, con dimensiones del haz vascular en su eje transversal de 750 hasta 1 250 μm y su eje longitudinal 1 375 hasta 2 000 μm .

El grosor de las paredes de las células epidérmicas pareció estar relacionado con su forma, ya que en las alargadas se observaron paredes engrosadas, mientras que en las de forma redondeada las paredes fueron finas.

Respecto al patrón vascular del pecíolo, todas las especies estudiadas mostraron un solo haz conductor central de arreglo biclateral y dos hacesillos pequeños presentes en el extremo distal de cada ala. Sin embargo, se observaron diferencias en la forma del haz vascular que presentó tres patrones distintos: reniforme, en herradura y de forma aplanada, siendo éstos similares al arco plano y medulado abierto referidos por Judd *et al.* (1999), quien considera doce patrones vasculares comunes para dicotiledoneas. El primer patrón lo presentaron: *S. aphyodendron*, *S. cornifolium*, *S. dissimile*, *S. falconense*, *S. microleprodes*, *S. nudum* y *S. turgidum* (Fig. 4); el segundo *S. chlamydogynum*, *S. gratum*, *S. leucocarpon*, *S. lucens*, *S. obovalifolium*, *S. ripense* y *S. tanysepalum* (Fig. 4) y el tercero en *S. oblongifolium* y *S. validinervium* (Fig. 4).

Respecto a las sustancias ergásticas, sólo *S. aphyodendron*, *S. cornifolium*, *S. dissimile*, *S. oblongifolium*, *S. ripense*, *S. tepuiense* y *S. validinervium* presentaron arenillas cristalíferas en células del parénquima esponjoso. Por otra parte la presencia de cristales

se evidenció sólo en *S. chlamydogynum*, *S. falconense*, *S. lucens* y *S. tepuiense*. Este carácter podría considerarse de valor y significado taxonómico (Judd *et al.*, 1999). Todas las especies que presentaron arenillas cristalíferas, a su vez mostraron granos de almidón a excepción de *S. tepuiense*, *S. validinervium*. Caso contrario ocurrió con *S. falconense* que mostró granos de almidón pero ausencia de arenillas cristalíferas.

El análisis de la varianza y la prueba de Tukey, para un $\alpha = 5\%$, indicaron que las especies estudiadas se agrupan en mayor número alrededor de las variables dimensiones del pecíolo (eje transversal x eje longitudinal) y largo de las alas, y en menor grado alrededor del ancho largo del haz vascular. Por otra parte, sólo se encontró correlación entre las dimensiones del pecíolo ($r = 0.8902$).

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos indican que las variables que permiten agrupar las especies para conformar grupos con caracteres comunes dentro de la sección Geminata son: dimensiones del pecíolo (eje transversal por eje longitudinal) y largo de las alas del pecíolo, respectivamente. Así mismo, en todas las especies estudiadas, las dimensiones del pecíolo mostraron correlación entre sí. En las 18 especies, la presencia de alas en el pecíolo permite agruparlas en tres categorías dependiendo de su prominencia. El grosor de las paredes de las células de la epidermis, pareció estar relacionado con su forma.

AGRADECIMIENTO

Al Fondo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (FONACIT) por

su apoyo financiero con base al Proyecto 98002242.

LITERATURA CITADA

- Bhatt, G.P. y V. Singh., 1979. "Nodal anatomy and nodes of branching in Solanaceae". *Ind. J. Bot.*, **2**: 171-179.
- Benítez, C.E. y M. Ferrarotto, 2009. "Morphology of foliar epidermis in two groups of *Solanum* section Geminata (Solanaceae)". *Caldasia*, **31**: 31-40.
- Judd, W., C. Campel, E. Kellogg y P. Stevens, 1999. *Plant Systematic. A Phylogenetic approach*. Sunderland, Massachusetts, USA. 464 Pp.
- Knapp, S., 2002. "*Solanum* section Geminata (Solanaceae)". *Fl. Neotrop. Monogr.*, **84**: 1-404.
- Maksymowych, A.B., J.A. Orkwiszewski y R. Masymowych, 1983. "Vascular bundles in petioles of some herbaceous and woody dicotyledons". *Amer. J. Bot.*, **70**: 1289-1297.

Recibido: 4 agosto 2011. Aceptado: 9 febrero 2012.

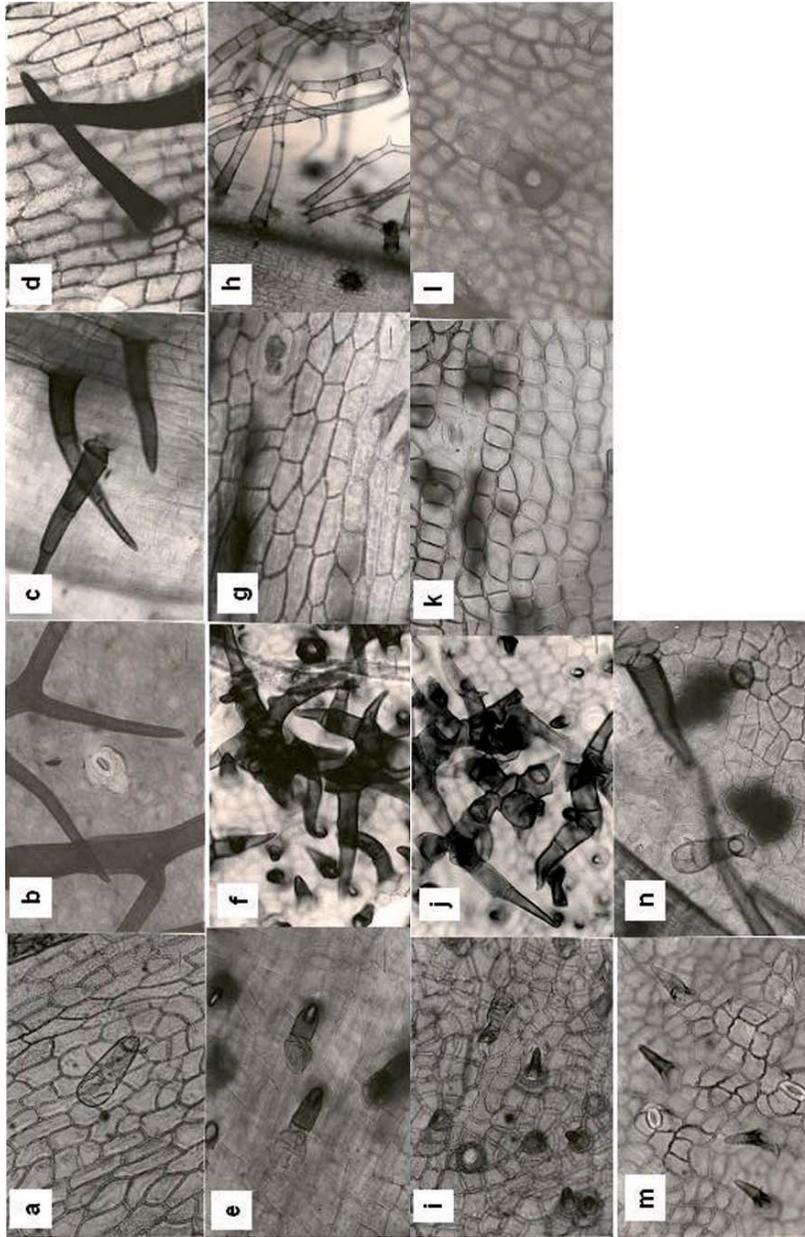


Fig.1. Tipo de tricomas presentes en el peciolo: a, *S. aphyodendron*; b, *S. chlamydogynum*; c, *S. dissimile*; d, *S. falconense*; e, *S. leucocarpon*; f, *S. microleprodes*; g, *S. nudum*; h, *S. oblongifolium*; i, *S. obovatifolium*; j, *S. oppositifolium*; k, *S. ripense*; l, *S. tepuiense*; m, *S. turgidum*; n, *S. validinervium*. La escala representa 2.5 μm y para j, 30 μm .

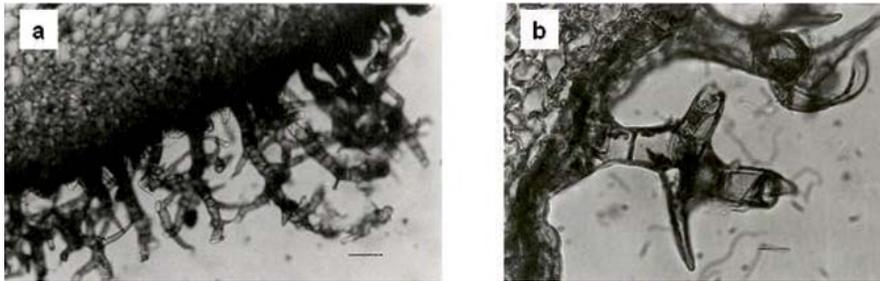


Fig. 2. *S. chlamydogynum*: a, alta densidad de tricomas ramificados hacia la porción del envez del peciolo; b, detalle de los tricomas ramificados. La escala representa 40 μ m.

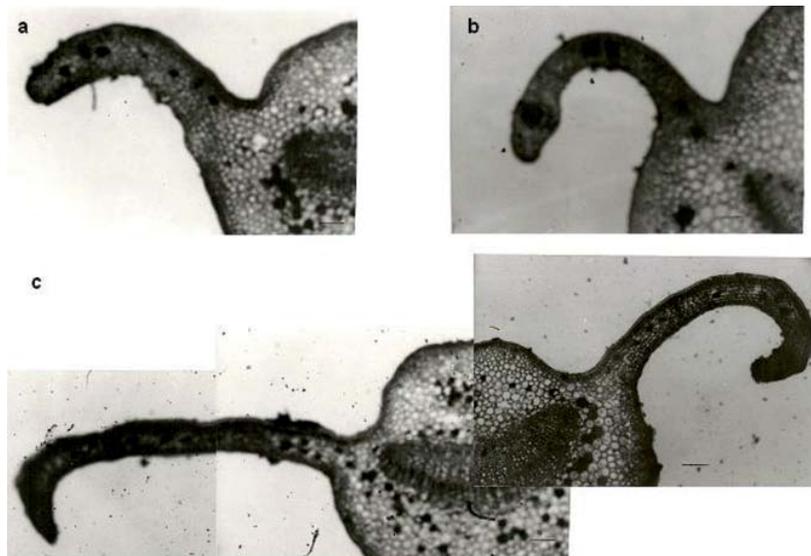


Fig. 3. Peciolo con alas prominentes: a, *S. dissimile*; b, *S. oblongifolium*; c, *S. validinervium*. La escala representa 80 μ m.

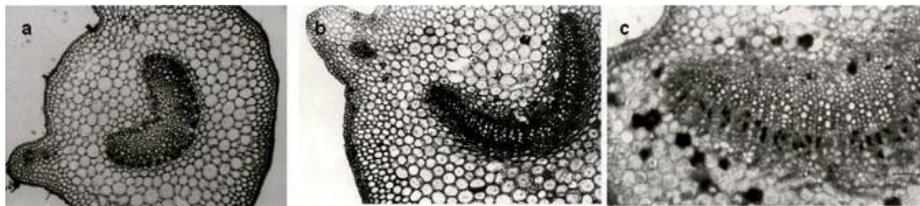


Fig. 4. Secciones transversales de peciolo mostrando las diferentes formas de haz vascular: reniforme: a, *S. nudum*; herradura: b, *S. ripense*; aplanado: c, *S. validinervium*. La escala representa 80 μ m.