

Morfoanatomía foliar y caulinar de *Sisymbrium officinale* (Brassicaceae)

Ruiz, Ana Ines¹; María Inés Mercado¹⁻³⁻⁴; María R. F. Romero†; Nora Muruaga² y Graciela I. Ponessa¹

¹ Instituto de Morfología Vegetal, Fundación Miguel Lillo.

² Lab. de Taxonomía Vegetal Fanerogámica, Fundación Miguel Lillo.

¹⁻² Miguel Lillo 251, (4000) Tucumán, Argentina.

³ Lab. Inv. Ecológicas de la Yungas (LIEY). Fac. de Cs. Nat. e Inst. M. Lillo.

⁴ Becaria del CONICET. Tucumán, Argentina.

anainesruiz73@yahoo.com.ar, graPONessa@hotmail.com

RESUMEN — Ruiz, Ana Inés; María Inés Mercado; María R. Figueroa Romero†; Nora Muruaga y Graciela I. Ponessa, 2008. "Morfoanatomía foliar y caulinar de *Sisymbrium officinale* (Brassicaceae)". *Lilloa* 45 (1-2). *S. officinale* (L.) Scop. (Brassicaceae) conocida como "Jaramago", "Hierba de los cantores" o "Erisimo" es una hierba utilizada en medicina popular. Presenta hojas pecioladas, las inferiores runcinado-pinnatisectas o liradas y las superiores hastadas, con segmentos lineares. Los objetivos del presente trabajo son caracterizar morfológica y anatómicamente tallo y hojas de *S. officinale*; establecer los parámetros diagnósticos que permitan padronizar a la droga para su identificación y elaborar una clave dicotómica diferenciando *S. officinale* de *S. irio*, únicas especies del género citadas para Tucumán.

Células idioblásticas en epidermis y tejido en empalizada, estomas gemelos, anisocíticos, anomocíticos, con reborde cuticular prolongado en pieza T y tricomas adpresos eglandulares, ornamentados, a veces en cojinete pluriestratificados, constituyen en su conjunto elementos de valor diagnóstico para la identificación de la muestra foliar.

Células idioblásticas en epidermis, tricomas retrorsos, eglandulares, ornamentados, en cojinete pluriestratificado y braquiesclereidas en disociado constituyen en su conjunto elementos de valor diagnóstico para la identificación de la muestra caulinar.

PALABRAS CLAVE: Caulinar, foliar, hastada, morfoanatomía, runcinada, *Sisymbrium officinale*.

ABSTRACT — Ruiz, Ana Inés; María Inés Mercado; María R. Figueroa Romero†; Nora Muruaga and Graciela I. Ponessa. 2008. "Leaf and stem morphoanatomy of *Sisymbrium officinale* (Brassicaceae)". *Lilloa* 45 (1-2). *S. officinale* (L.) Scop. (Brassicaceae) commonly known as "Jaramago", "singer's herb" or "Erisimo" used in folk medicine. Presents petiolate leaves, lower leaves runcinate-pinnatisect or lyrate and upper leaves hastate with linear segments. The objectives of the present work are to characterize morphological and anatomical stem and leaves of *S. officinale*, to establish diagnostic parameters that allow a standardized drug for identification and to develop a dichotomous key to differentiate *S. officinale* from *S. irio*, only species cited for Tucumán. Epidermal idioblastic cells and palisade tissue, anisocytic and anomocytic twms stomata with a cuticular border like T piece and non glandular ornamented trichomes, sometimes on a multistratified cushion, together constitute elements of diagnostic value for identifying the same foliar. The caulinar diagnostic character in dissociated tissue were epidermal idioblastic cells, retrorse ornamented nonglandular trichome on a pluricellular cushion of cells and sclereids.

KEYWORDS: Caulinar, foliar, hastate, morphoanatomy, runcinate, *Sisymbrium officinale*.

INTRODUCCIÓN

Sisymbrium L. comprende 40 especies distribuidas en regiones templadas de Europa, Asia, África y Norte América (Al-Shehbaz et al. 2006).

Zuloaga y Morrone (1999) citan 6 especies para la provincia de Tucumán, *S. elongatum* (O. E. Schulz) Romanczuk, *S. gilliesii* Romanczuk, *S. peruvianum* D.C., *S. tucumanaenses* (O. E. Schulz) Romanczuk, *S. irio* L. y *S. officinale* (L.) Scop.; con el advenimien-

to de la biología molecular, solo las dos últimas permanecieron dentro del género *Sisymbrium*, las otras fueron reubicadas en nuevos géneros, como *Chilocardamun*, *Mostacillastrum*, *Neuontobotrys* y *Polypsecadium*, endémicos de Sud América (Warwick *et al.* 2002; Al-Shehbaz 2006).

S. officinale es conocida popularmente como “Jaramago”, “Hierba de los cantores” o “Erísimo”. Originaria de la región mediterránea Europea y de Asia occidental fue introducida en América por sus propiedades medicinales (Rzedowski y Rzedowski, 2001). Sus tallos y hojas, se comercializan en herboristerías para la elaboración de infusiones útiles en el tratamiento de inflamaciones de laringe, ronquera, tos y catarros pulmonares (Font Quer, 1962).

Considerando que Arroyo (1986) describió la anatomía foliar de *S. irio* y que solo se reportan antecedentes bibliográficos a nivel de familia para la anatomía de *S. officinale* (Metcalf y Chalk, 1950). Los objetivos del presente trabajo son, realizar la caracte-

rización morfológica y anatómica del tallo y hojas de *S. officinale*, órganos procesados como droga vegetal. Establecer los parámetros diagnósticos que permitan padronizar botánicamente a la droga para su identificación inequívoca. Realizar una clave dicotómica morfológica y anatómica que diferencie *S. officinale* de *S. irio*, únicas especies del género citadas para Tucumán.

MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIAL VEGETAL

Sisymbrium officinale: ARGENTINA. Tucumán. Dep. Raco: El Siambón, 1200 m s.n.m., 28-10-06, Ruiz, Mercado y Ponessa s.n. (BAF: 17.410, 17.411 y 17.412; LIL 608.003, 608.004, 608.005, 608.006, 608.007).

Se estudiaron cinco individuos seleccionados al azar. De cada ejemplar se tomaron muestras de hojas adultas, basales, apicales y la sección media del eje caulinar.

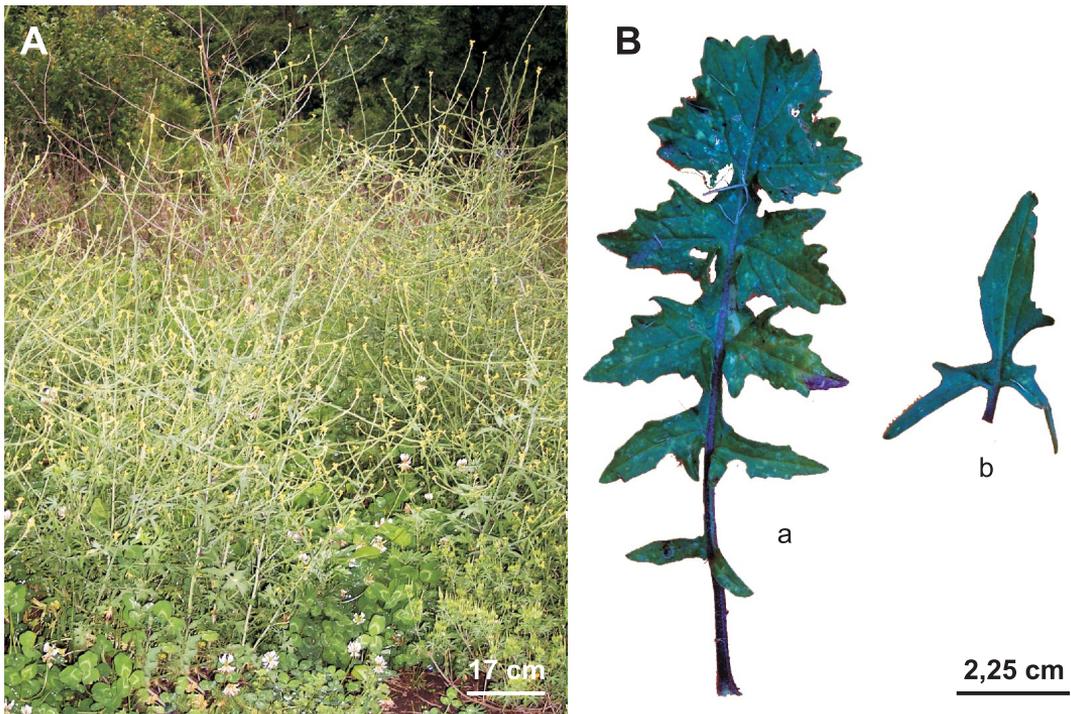


Figura 1: *Sisymbrium officinale*. **A:** aspecto general de la planta a campo. **B:** detalle de hojas basales runcinado-pinnatisectas o liradas (a) y apicales hastadas (b).

MICROSCOPIA Y MORFOLOGÍA

Para estudios anatómicos, el material fue fijado en FAA (Formol, agua, ácido acético y alcohol; 100:350:50:500 V/V/V/V). Se realizaron cortes histológicos a mano alzada y con micrótopo rotativo Minot (cortes de 5 a 25 μm de espesor). La inclusión en parafina se realizó según Johansen (1940). Se utilizó coloración simple de safranina o sucesiva doble safranina-fast green (Dizeo de Strittmater, 1973; D'Ambrogio 1986). Se realizaron pruebas histoquímicas con lugol para almidón y sudan IV para lípidos. Los estudios morfológicos se realizaron con diafanizados y disociados (D'Ambrogio, 1986). La arquitectura foliar se describió según Hickey (1974).

Las fotografías a microscopio óptico Zeiss Axiolab se obtuvieron con cámara digital Kodak EasyShare DX7630 de 6.1 Megapíxeles.

ESTADÍSTICA

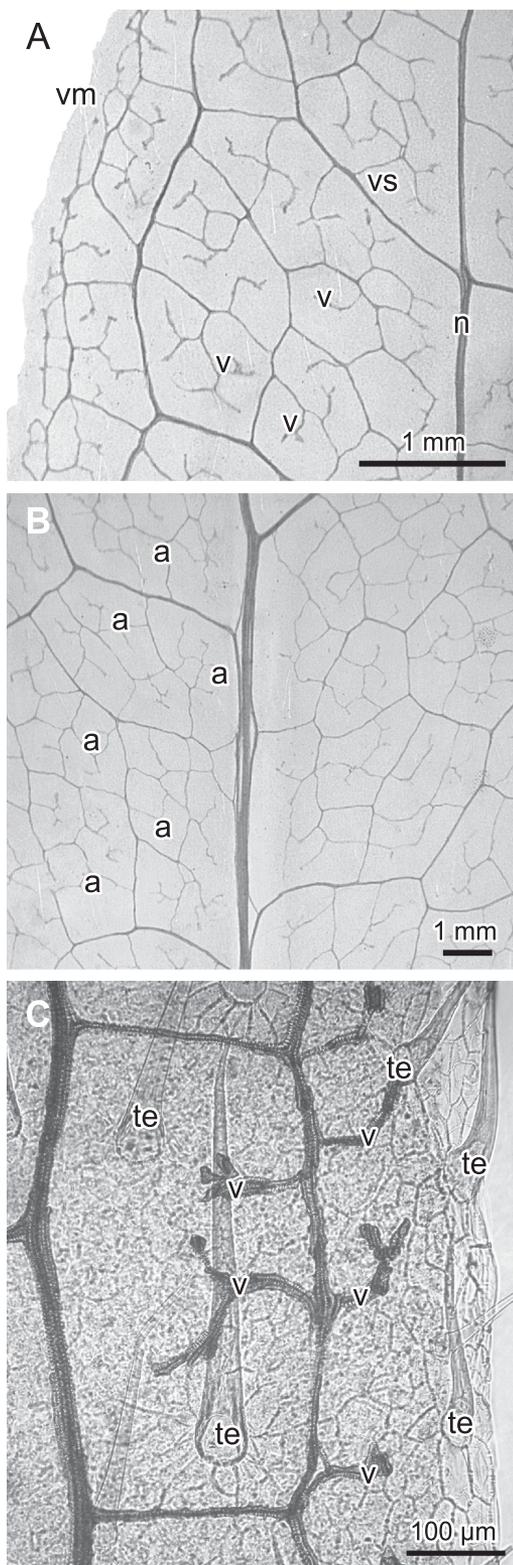
De cada individuo se analizaron cinco hojas. De cada hoja se seleccionaron 10 campos ($n=10$), para cuantificar espesores de tejidos, densidad y longitud estomática y de tricomas. Los parámetros estadísticos considerados fueron media (\bar{x}) = $(\sum n_i / n)$, desviación estándar (SD) = $\sqrt{\sum (n_i - \bar{x})^2 / n - 1}$ y error de muestreo (SE) = SD / \sqrt{n} .

RESULTADOS

MORFOLOGÍA

Sisymbrium officinale es una hierba anual de 20-130 cm de altura, de tallos erectos glabros o

Figura 2: *Sisymbrium officinale* arquitectura foliar. **A:** patrón de venación. **B:** vena secundaria diverge formando un ángulo agudo de tipo moderado y alterno (45° – 65°). **C:** detalle de vénulas ramificadas una vez, también se observan tricomas eglandulares unicelulares. Abreviaturas: **n**, nervio medio; **vs**, vena secundaria; **vm**, venación marginal ojalada; **a**, aréolas formadas por venas de tercer y cuarto orden; **v**, vénulas. **te**, tricomas eglandulares.



	Longitud de estomas (μm)		Longitud de tricomas eglandulares (μm)		Densidad estomática (est/ mm^2)	
	Epidermis		Epidermis		Epidermis	
	Adaxial	Abaxial	Adaxial	Abaxial	Adaxial	Abaxial
R-L	22,8 \pm 0,2	22,3 \pm 0,2	427,01 \pm 10,9	442,7 \pm 14,5	4,9 \pm 0,1	7,1 \pm 0,1
H	22,1 \pm 0,1	23,0 \pm 0,2	376,42 \pm 11,8	302,4 \pm 15,2	5,1 \pm 0,1	7,5 \pm 0,2

Tabla 1. *S. officinale*, parámetros cuantificados en vista paradermal de la lámina foliar. R-L: hoja basal o runcinada-lirada; H: hoja apical o hastada.

cubierto de pelos retrorsos-pubescentes (Fig.1 A).

Las hojas son pecioladas y adpresas-pubescentes. Presenta heterofilia, las basales arrosetadas alternas de lámina runcinada-pinnatisecta o liradas, de 3-19 cm long x 1,7-7,3 cm lat, 3-4 yugas con lóbulo terminal ahovado, dentado, más o menos confluentes con los segmentos laterales superiores, lóbulos inferiores alternos, lanceolado. Pecíolo de 0,6-8,6 cm long. Las hojas apicales son alternas de lámina hastada con segmentos lineares de 2,3-4,8 cm long x 0,3-1,5 cm lat. En ambas hojas el pecíolo es levemente alado, pubescente y cóncavo adaxialmente (Fig. 1 B).

En ambos tipos de hojas se observa venación pinnada, con nervio medio que irriga los lóbulos terminales, acompañado por otros nervios primarios que irrigan a los lóbulos laterales. El segundo orden de venación corresponde a las venas secundarias de tipo semicraspedódroma. La venación última marginal es frecuentemente ojalada, pudiendo unirse a la secundaria supradyaente en ángulo obtuso y agudo (Fig. 2 A).

El ángulo de divergencia que se forma entre la vena primaria y secundaria es agudo de tipo moderado y alterno (45° - 65°). Las

venas de tercer y cuarto orden forman los lados de una areola. La areolación se presenta con desarrollo imperfecto (Fig. 2 B).

Las vénulas últimas terminan libres dentro de la aréola, se presentan ramificadas una vez o simples de tipo linear y curvadas, estas últimas más frecuentes (Fig. 2 C).

ANATOMÍA FOLIAR

Ambos tipos de hojas son dorsiventrales, anfiestomáticas, cualitativamente semejantes. En vista paradermal, se observan células epidérmicas de paredes anticlinales levemente lobuladas, vesiculosas y papilosas. Células idioblásticas de mayor tamaño. Aparato estomático anisocítico, anomocítico y estomas gemelos (Jáuregui y Benítez de Rojas, 2005), con densidad mayor en la epidermis abaxial (Tabla 1); las células oclusivas presentan reborde cuticular y engrosamientos de cutina en pieza "T" (Barboza *et al.*, 2001) (Fig. 3 A y B). La lámina presenta tricomas eglandulares, adpresos, unicelulares, raramente pluricelulares (2-3 células), cónicos de paredes ornamentadas, rodeados en la base por una corona de 5-11 células, las que se elevan a modo de cojinete en la epidermis abaxial a la altura del sistema vascular (Fig. 3 C, D, E). Los tricomas de mayor lon-

	Epidermis (μm)		Empalizada (μm)	Esponjoso (est/ mm^2)
	Adaxial	Abaxial		
R-L	14,9 \pm 0,4	16,4 \pm 0,5	97,9 \pm 0,7	74,1 \pm 0,2
H	14,6 \pm 0,8	16,1 \pm 0,6	96,7 \pm 0,5	73,8 \pm 1,2

Tabla 2. *S. officinale*, parámetros cuantificados en transcorte de R-L: hoja basal o runcinada-lirada; H: hoja apical o hastada.

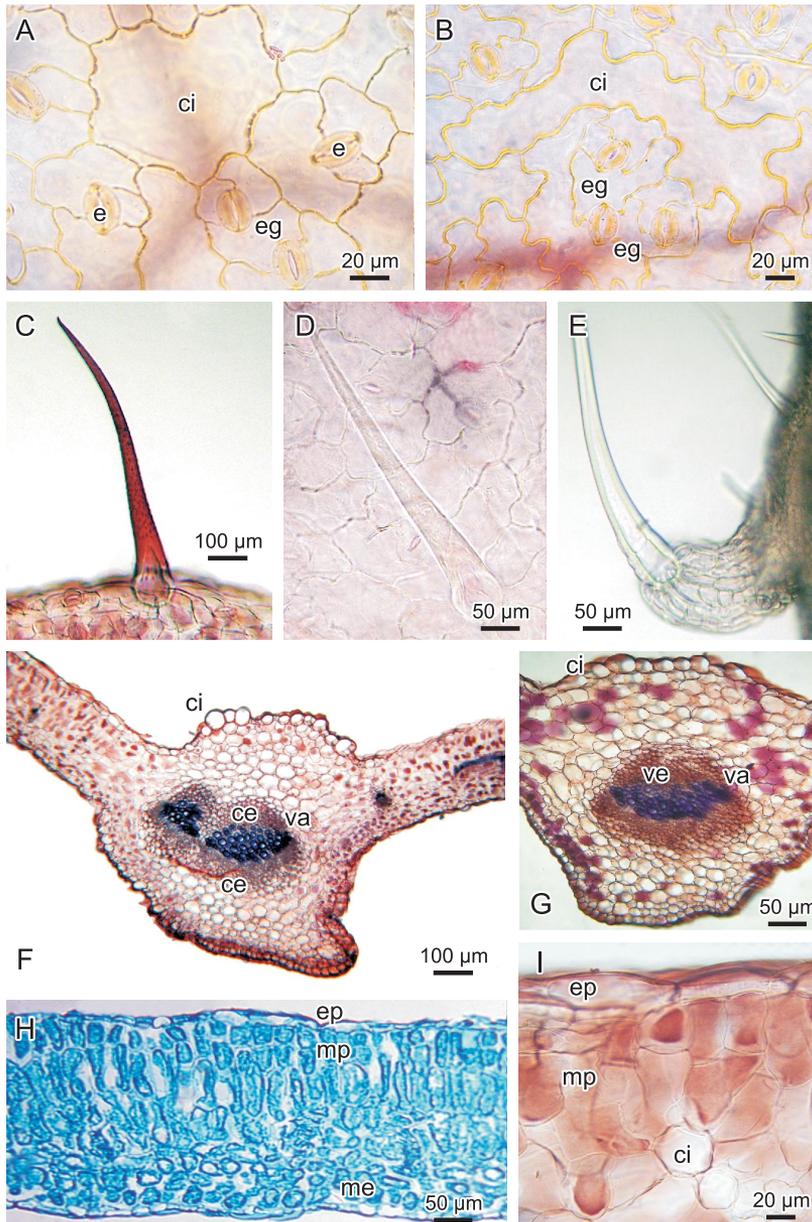


Figura 3: *Sisymbrium officinale* anatomía foliar. **A:** epidermis adaxial. **B:** epidermis abaxial. **C:** tricoma eglandular unicelular de paredes ornamentadas. **D:** tricoma eglandular unicelular, base formada por una corona de 5 a 11 células. **E:** tricoma eglandular unicelular abaxial elevado sobre un cojinete pluricelular. **F:** transcorte de lámina a la altura del nervio medio hoja runcinada - lirada con casquetes esclerenquimáticos a nivel de xilema y floema. **G:** transcorte de lámina a la altura del nervio medio, hoja hastada con haces rodeados de vaina esclerenquimática. **H:** transcorte de lámina dorsiventral. **I:** detalle de transcorte de lámina donde se observa célula idioblástica esferoidal. Abreviaturas: **ci**, célula idioblástica; **eg**, estomas gemelos; **e**, estoma con reborde cuticular y engrosamientos de cutina en los polos (Pieza T); **ep**, epidermis uniestrada; **mp**, mesófilo en empalizada; **me**, mesófilo esponjoso; **ce**, casquete esclerenquimático; **ve**, vaina esclerenquimática; **va**, vaina amilífera.

Hojas	Basal o runcinada/lirada	Apical o hastada
Haz vascular central	Casquetes esclerenquimático	Vaina esclerenquemática
Corte transversal de pecíolo	Subtriangular	Subcircular extremo cercano al tallo Subtriangular extremo cercano a la lámina
Alas del pecíolo	Leves	Pronunciadas

Tabla 3. *S. officinale*, Diferencias entre hojas runcinadas liradas y hastadas.

gitud se presentan en las hojas runcinadas - liradas (Tabla 1).

En transcorte la lámina posee epidermis uniestrata con células idioblásticas (Fig. 3 F). El mesófilo esta compuesto por tejido en empalizada de 3-4 estratos y esponjoso compacto, en una relación de espesor de 3:1 en ambos tipos de hojas (Fig. 3 H, Tabla 2). Intercaladas con las células de empalizada se observan idioblastos esferoidales.

El nervio medio presenta 1-2 haces vasculares colaterales cerrados que en las hojas basales o runcinadas-liradas presentan casquetes de esclerénquima xilemáticos y floemáticos (Fig. 3 F) y en las apicales o hastadas un anillo de esclerénquima. Centrifugamente al esclerénquima se observa una vaina de parénquima amiláceo (Fig. 3 G).

En ambos tipos de hojas el pecíolo es alado con escotadura adaxial cóncava. Presenta epidermis uniestrata con células idioblásticas, 2-3 estratos de colénquima subepidérmico, tricomas eglandulares a igual nivel que las células epidérmicas o sobreelevados en cojinetes pluricelulares, un haz vascular colateral central acompañado por 5-6 haces

menores de hasta cuarto orden dispuestos sobre la lámina del ala. (Fig. 4 A, B, C y D)

En la tabla 3 se consignan la principales diferencias anatómicas entre hojas basales o runcinadas-liradas y apicales o hastadas.

ANATOMÍA CAULINAR

En transcorte presenta forma subcircular-pentagonal, epidermis uniestratificada y clo-rénquima subepidérmico interrumpido por colénquima laminar. Estomas a igual nivel que las células epidérmicas, células idioblásticas y tricomas eglandulares unicelulares retrorsos insertos a igual nivel que las células epidérmicas o elevados sobre cojinetes pluricelulares (Fig. 4 E, F). El parénquima cortical está constituido por 3-4 estratos, donde se observan arenillas cristalinas. El cilindro vascular presenta una vaina endodermoide y grupos de fibras rodeando el sistema vascular conformando una sifonostela anfifloica. En la médula se observan escasos meatos intercelulares, cristales (1-2 por célula) (Fig. 4 G) y células de mayor tamaño que las del parénquima cortical.

Caracteres	Hoja	Tallo
Idioblásticas	Epidermis - Empalizada	Epidermis
Estomas	Gemelos - Pieza T	Aislados- Pieza T
Tricomas eglandulares	Adpresos	Retrorsos
Tricoma con cojinete	P o A	P
Braquiesclereidas	A	P

Tabla 4. *S. officinale*, Caracteres de valor diagnóstico de hoja y tallo. P: presente; A: ausente.

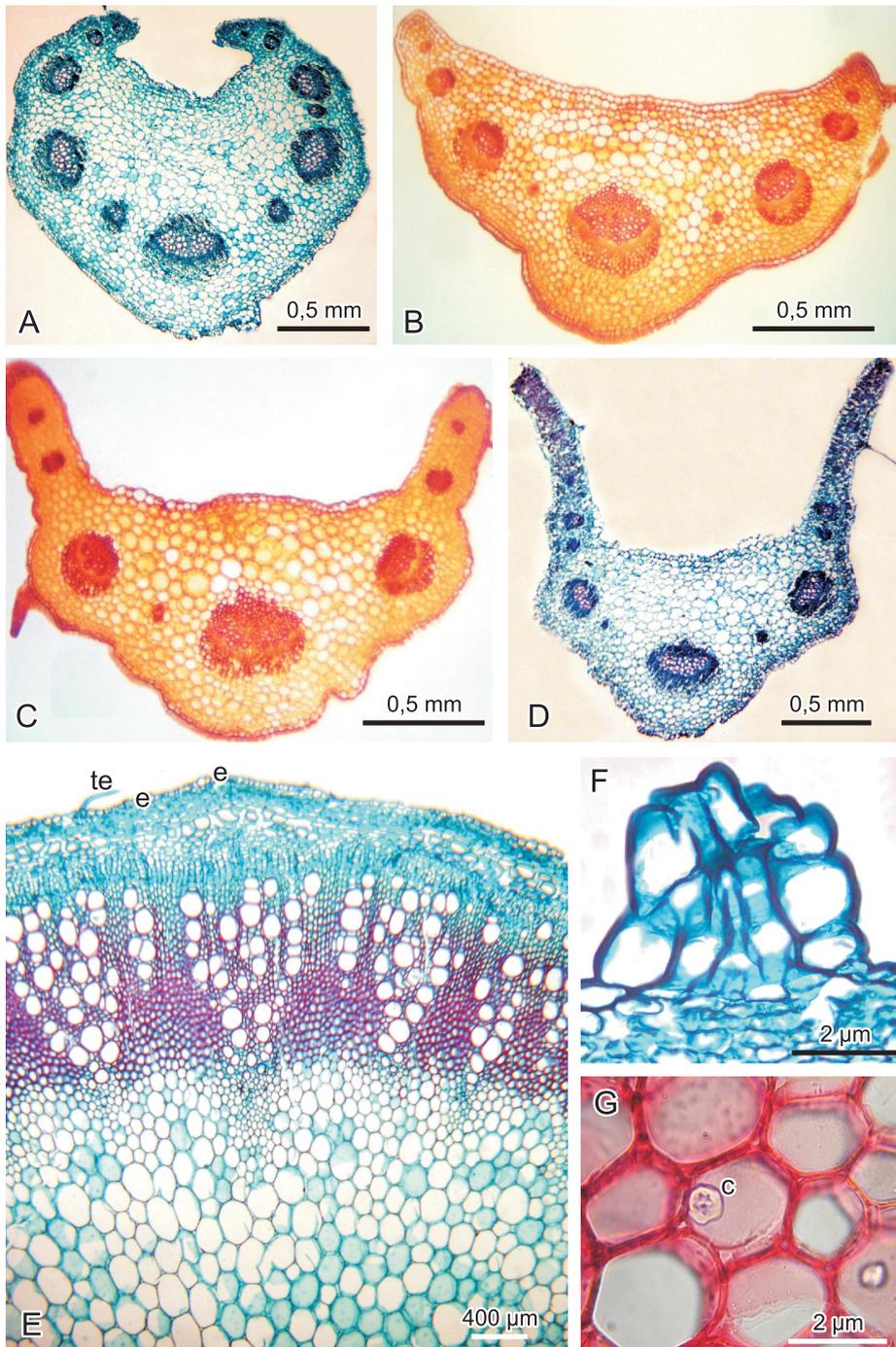


Figura 4: *Sisymbrium officinale* anatomía de peciolo y tallo. **A:** transcurso de peciolo de hoja runcinada - lirada. **B, C y D:** transcurso de peciolo de hoja hastada, subcircular en el extremo cercano al tallo a subtriangular con alas pronunciadas en la región media y extremo cercano a la lámina. **E:** transcurso de tallo. **F:** cojinete pluricelular de tricoma del tallo. **G:** parénquima medular del tallo con cristal. Abreviaturas: **te**, tricoma eglándular; **e**, estoma; **c**, cristal.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Kiesling *et al.* (1992) mencionan para *S. officinale* que hojas y tallos pueden ser glabros o con pelos simples. Este aporte reveló la presencia de pubescencia en un 100% de los ejemplares estudiados. Este carácter junto con las células idioblásticas epidérmicas que reservan agua y la relación del tejido empalizada / esponjoso de 3:1 son caracteres tomados por Shield, 1950 y Fahn, 1964 como xeromórficos. La población en estudio se desarrolla en un área con una precipitación y temperatura media anual de 600 mm y 10,2°C respectivamente (C.p. Hno. Benedictino Maciel, M.), la persistencia de dichos caracteres xeromórficos puede deberse al área de origen de la especie (región mediterránea Europea y Asia occidental).

Las hojas apicales o hastadas presentan el haz vascular rodeado por una vaina esclerenquimática, ello puede interpretarse como un mecanismo de defensa ante el embate del viento, dada la ubicación que presentan en la planta.

Schweidler (1910 y 1919) clasifica a las Brassicaceae según el contenido de las células idioblásticas así como su distribución en el mesófilo; *S. officinale* se incluye dentro del grupo con células del tipo exo-idioblastae clorofilianas.

Metcalf y Chalk (1950) describen tres tipos de estructuras vasculares para el pecíolo de las Brassicaceae; *S. officinale* corresponde al grupo II por desarrollar haces vasculares dispuestos en forma de U. Aunque los haces en lugar de estar separados entre sí por esclerenquima, lo hacen por parénquima. Teniendo en cuenta las consideraciones anatómicas caulinares de Metcalf y Chalk (1950) corresponde al tipo II y III de su clasificación, dadas las características del cambium y del xilema.

La presencia de pelos y cristales caulinares, son características no contempladas por Metcalf y Chalk (1950) para el tallo de las Brassicaceae.

Se elabora una clave dicotómica para identificar las especies presentes en Tucumán.

CLAVE DE *SISYMBRIUM* DE TUCUMÁN EN BASE A CARACTERES MORFOLÓGICOS Y ANATÓMICOS

- A Hoja superior pinnatisecta, segmento terminal hastado. Hoja inferior runcinado pinnatisecta. Silícuca pedicelada, no adpresa de 3 a 6 cm de longitud. Semilla menor a 1 mm de longitud.
Hoja superior. Nervio medio con vaina de parénquima colenquimatoso. Células epidérmicas no vesiculosas no papilosas ... *S. irio*
- AA Hoja superior hastada, segmento terminal oblongo, lanceolado o linear. Hoja inferior runcinado pinnatisecta o lirada. Silícuca brevemente pedicelada, adpresa, de 1 a 1,2 cm de longitud. Semilla 1 a 1,2 mm de longitud.
Hoja superior. Nervio medio con vaina esclerenquimática. Células epidérmicas vesiculosas y papilosas *S. officinale*

El ejemplar a coleccionar puede no presentar estructuras reproductivas y la clave evitará sustituciones o mezclas al momento del secado ya que las especies en algunos casos coexisten.

Los elementos de valor diagnóstico para la identificación de muestras foliares y caulinares de *S. officinale*, tanto enteras como fragmentadas se muestran en la Tabla 4.

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Ishan A. Al-Shehbaz, Missouri Botanical Garden, por sus aportes en biología molecular para la taxonomía del género. Al Hermano Benedictino Marcelo Maciel del Monasterio de Cristo Rey, por su generosa colaboración en visualizar la zona de estudio. A la Fundación Miguel Lillo.

BIBLIOGRAFÍA

- Al-Shehbaz, I. A. 2006. The genus *Sisymbrium* in South América, with synopses of the genera *Chilocardamum*, *Mostacillastrum*, *Neuontobotrys* and *Polypsecadium* (Brassicaceae). Darwiniana 44 (2): 341-358.
- Al-Shehbaz, I. A.; M. A. Beilstein & E. A. Kellogg. 2006. Systematics and phylogeny of the Brassicaceae (Cruciferae): an overview. PI, Syst. Evol. 259: 89-120.

- Arroyo, S. C. 1986. Anatomía foliar de especies argentinas de *Sisymbrium* (Cruciferae). *Parodiana* 4 (1): 17-34.
- Barboza G., N. Bonzani, E. Filippa, M. Lujan, R. Morero, M. Bugatti, N. Decollatti & L. Ariza Espinar. 2001. Atlas histo-morfológico de plantas de interés medicinal de uso corriente en Argentina. Ed. Graphyon: 212.
- D'Ambrogio de Argüeso, A. 1986. Manual de Técnicas en Histología Vegetal. Hemisferio Sur. S A.
- Dizeo de Strittmater, C. 1973. Nueva técnica de diafanización. *Bol. Soc. Arg. Bot.* 15 (1): 126-129.
- Fahn, A. 1964. Some anatomical adaptations of desert plants. *Phytomorphology* 14: 93-102.
- Font Quer, P. 1962. *Plantas Medicinales*. Ed. Labor S. A.: 277.
- Hickey, L. J. 1974. Clasificación de la arquitectura de las hojas de Dicotiledóneas. *Bol. Soc. Arg. de Botánica* (16): 1-26.
- Jáuregui y Benítez de Rojas, 2005. Aspectos Morfológicos y Anatomía Foliar de las especies de *Gnetum* (Gnetaceae - Gnetophyta) presentes en Venezuela. *Acta Bot. Venezolánica*. 28 (2): 349-353.
- Johansen, D. A. 1940. *Plant microtechniques*. Mc.Graw-Hill Book Co. Inc. N York: 523.
- Kiesling, R., M. E. Múlgura y E. Ulibarri (eds.). 1992. *Flora de San Juan*, Vol. 1. Ediciones Vázquez Manzini, Bs. As.: 348.
- Lindley, J. 1951. *Glosología o de los términos usados en botánica*, F.M.L.: 123.
- Metcalfe, C. R. y L. C. Chalk. 1950. *Anatomy of the Dicotyledons. I Cruciferae*. Clarendon Press, Oxford: 79-87.
- Rzedowski, G. C. y J. Rzedowski. 2001. *Flora fanerogámica del Valle de México*. 2ª ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro, Michoacán, México.
- Romanczuk, M. C. 1982. El género *Sisymbrium* (Cruciferae) en la Argentina. *Darwiniana* 24: 75-156.
- Schweidler, J. H. 1910. Die Eiweiss- oder Myrosinzellen der Gattung *Arabis* L. nebst allgemeineren Bemerkungen über Cruciferen-Idioblasten. *Beih. bot. Zbl.* 26,1.
- Schweidler, J. H. 1919. Beiträge zur systematischen Bedeutung der Cruciferen-Idioblasten. *Jber. Staatsgymnas. Cilli.* 3-14; 1915/16. See *Bot. Zbl.* 141, 161.
- Shields, L. M. 1950. Leaf xeromorphy as related to physiological and structural influences. *Bot. Rev.* 16 (8): 399-447.
- Warwick, S.; A. I. Al-Shehbaz; R. Price & C. Sauder. 2002. Phylogeny of *Sisymbrium* (Brassicaceae) based on ITS sequences of nuclear ribosomal DNA. *Can. J. Bot.* 80: 1002-1017.
- Zuloaga, F. O. y O. Morrone. 1999. *Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina II. Monographs in Systematic Botany*. Missouri Botanical Garden Press. Vol. 74: 415.