Morfología y anatomía de los órganos vegetativos de *Zinnia peruviana* (Asteraceae)

Mercado, María I.[1]; Ana I. Ruiz[1]; María E. Guantay[1]; Patricia L. Albornoz[1,2]; Graciela I. Ponessa[1*]

[1] Instituto de Morfología Vegetal, Fund. M. Lillo, Miguel Lillo 251, (T4000JFE) San Miguel de Tucumán, Argentina.

[2] Cátedra de Anatomía Vegetal, Fac. de Cs Naturales e IML, Univ. Nac. de Tucumán, Miguel Lillo 205, (T4000JFE) San Miguel de Tucumán, Argentina.

* Autor corresponsal: giponessa@lillo.org.ar

➤ **Resumen** — Mercado, María I.; Ana I. Ruiz; María E. Guantay; Patricia L. Albornoz; Graciela I. Ponessa. 2016. "Morfología y anatomía de los órganos vegetativos de *Zinnia peruviana* (Asteraceae)". *Lilloa* 53 (2). *Zinnia peruviana* (L.) L. es la única especie nativa del género presente en la Republica Argentina. Es una hierba, anual, ruderal, que posee importancia medicinal, ornamental y tintórea. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la morfología y anatomía de los órganos vegetativos de esta especie, en forma comparativa entre individuos de tres poblaciones con inflorescencias de diferentes colores. El material fue recolectado en las provincias de Tucumán y Jujuy. Se utilizaron técnicas anatómicas y tinciones convencionales. Los resultados muestran que la hoja es sésil, aovada o elíptica, con vena primaria pinnada y venación última marginal incompleta. En vista paradermal, la lámina presenta células poligonales de paredes lobuladas. Estomas de tipo anomo y anisocítico. Tricomas eglandulares y glandulares, los últimos de dos tipos. La lámina en sección transversal es dorsiventral, anfistomática, con haces vasculares colaterales. El tallo y la raíz presentan crecimiento primario y secundario en diferentes estadios; ambos órganos desarrollan canales secretores esquizógenos. Se completa la descripción morfológica foliar y se describe por primera vez la venación foliar y la anatomía de los órganos vegetativos de Z. *peruviana*.

Palabras clave: Anatomía; Argentina; morfología; venación; *Zinnia peruviana*.

➤ **Abstract** — Mercado, María I.; Ana I. Ruiz; María E. Guantay; Patricia L. Albornoz; Graciela I. Ponessa. 2016. "Morphology and anatomy of the vegetative organs of *Zinnia peruviana* (Asteraceae)". *Lilloa* 53 (2). *Zinnia peruviana* (L.) L. is the only native species of the genus Zinnia represented in Argentina. It is an annual, ruderal herb whit medicinal, ornamental and dyeing importance. The objective of the present work was to characterize the morphology and anatomy of the vegetative organs of this species, comparing between individuals of three populations with inflorescences of different colors. The material was collected in the provinces of Tucuman and Jujuy. Conventional staining and anatomical techniques were used. The leaf is sessile, ovate to elliptical, with pinnate primary venation and marginal last venation incomplete. In paradermal view, the leaf showed polygonal cells whit lobed walls. Anomo and anisocytic stomata. Non glandular trichomes and two types of glandular trichomes. In section the blade is dorsiventral, amphistomatic with collateral vascular bundles. The stem and root showed primary and secondary growth in different stages; both of these organs develop schizogenous secretory canals. This work completes the leaf mophological description and describes for the first time the leaf venation and anatomy of the vegetative organs of *Z. peruviana.*

Keywords: Anatomy; Argentina; morphology; venation; *Zinnia peruviana*.

INTRODUCCION

Zinnia L. (Asteraceae, tribu Heliantheae) es un género con 22 especies distribuidas en el sur y centro de América, México y el sur de los Estados Unidos (Anton y Zuloaga, 2016). Son apreciadas como ornamentales por sus inflorescencias de colores brillantes, con numerosas variedades que se han obtenido, principalmente, a partir de *Zinnia elegans* Jacq (Knight y Roberts, 1994; Twumasi *et al.*, 2003; Rawat *et al.*, 2015).

Recibido: 16/08/16 – Aceptado: 18/10/16

En la República Argentina, el género se halla representado por una única especie, *Zinnia peruviana* (L.) L. conocida popularmente como «chinita», «clavelillo», «clavelino» o «zinnia». La misma se extiende desde el sur de los Estados Unidos hasta el norte y centro de la Argentina en las provincias de Catamarca, Chaco, Córdoba, Formosa, Jujuy, La Pampa, Mendoza, Salta, San Juan, San Luis, Santiago del Estero y Tucumán; habita entre los 0-3000 m snm (Cabrera, 1978; Cantero *et al.*, 2000; Anton y Zuloaga, 2016).

Zinnia peruviana es una especie nativa, anual, ruderal, heliófila, erecta, de hasta 90 cm de altura. Tallos hirsutos estrigosos, poco ramificados. Hojas sésiles, opuestas decusadas, hirsutas, lineares lanceoladas. Flores dispuestas en capítulos radiados, solitarios y terminales. Flores marginales liguladas, rojas, amarillas o naranjas (Fig. 1) que se tornan ocráceas hacia la senescencia. Las flores del disco son tubulosas. Aquenios marginales de contorno oblonceolado lineal. Florecen desde fines de la primavera-principio del verano hasta principio del otoño. Prospera en suelos esqueléticos, solitaria o en grupos más o menos densos. Se multiplica fácilmente a partir de semillas (Novara y Gutierrez, 2010; Anton y Zuloaga, 2016).

Zinnia peruviana posee propiedades medicinales y tintóreas. Los tallos y hojas son utilizados, en América meridional y en el norte de nuestro país, en forma de infusión como diaforético, febrífugo (Hieronymus, 1882; Domínguez, 1928), hepatoprotector, antiparasitario (Salgado, 2007), antifúngico y agente antibacterial (Barboza *et al.*, 2009; Satorres *et al.*, 2012) así como para el tratamiento de dolores estomacales, paludismo, malaria (Del Vitto *et al.*, 1997; Carrizo *et al.*, 2002; Goleniowski *et al.*, 2006) y disentería (Toursarkissian, 1980; Satorres *et al.*, 2012). Satorres *et al.* (2012) comprueban



Fig. 1. *Zinnia peruviana*. Aspecto general. A) Inflorescencia de lígulas naranjas. Filotoxis opuesta decusada. B) Inflorescencia de lígulas rojas. C) Inflorescencia de lígulas amarillas. *Ponessa* y *Mercado* S/N (LIL).

que los extractos obtenidos de hojas y tallos de *Z. peruviana* presentan actividad antibacterial frente a bacterias gram positivas y negativas resistentes a meticilina. Sin embargo la especie no se halla inscripta en la Farmacopea Argentina. Las flores poseen propiedades tintóreas (C.p. Nieva, 2014).

Entre las curiosidades podemos mencionar que en 1982, La Casa de la Moneda Argentina, puso en circulación una estampilla de «chinita del campo», recreada por el dibujante Fouret. Fue la primera especie en florecer en el espacio, en la Estación Espacial Internacional (ISS) (NASA, 2016). Se encuentra naturalizada en Hawai y en África meridional (Ariza Espinar, 2000), y fue declarada Patrimonio Natural de Perú (Torres, 1963).

La información relacionada con la morfología y anatomía es escasa; Metcalfe y Chalk (1950) citan para la familia tipos de tricomas, estomas y mesofilo. Estos mismos autores, mencionan para el género *Zinnia* la presencia de canales en el cortex del tallo. Trabajos referidos a aspectos anatómicos, fisiológicos y modificaciones producidas por estrés hídrico se realizaron en *Z. elegans* (Knight y Roberts, 1994; Liu *et al*., 1999; Twumasi *et al*., 2003; Rawat *et al*., 2015). En *Z. peruviana* se registran antecedentes referidos a la densidad y tamaño estomático (Mahbubur Rahman *et al*., 2013; Mahbubur Rahman, 2013; Rivera *et al*., 2013). Rojas-Leal *et al*. (2014) describen el patrón de venación en cuatro especies de la tribu Senecioneae.

Debido a los escasos antecedentes morfológicos y anatómicos para *Z. peruviana*, el objetivo del presente trabajo es describir la morfología, venación foliar y la anatomía de los órganos vegetativos en forma comparativa entre individuos de tres poblaciones recolectados en las provincias de Tucumán y Jujuy. Identificar diferencias anatómicas entre individuos con inflorescencias de diferentes colores de una misma población, y entre individuos de poblaciones con inflorescencias del mismo color.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ejemplares de *Z. peruviana* se recolectaron de tres poblaciones en las provincias de Tucumán y Jujuy (Tabla 1). En cada una de las poblaciones se seleccionaron 5 individuos al azar, los que fueron fijados en FAA (ácido acético, formol, agua y alcohol 1:2:7:10) para estudios de microscopía óptica.

Para el análisis de la epidermis y la venación foliar se realizaron diafanizados según la técnica de Dizeo de Strittmater (1973).

En el estudio de la lámina se trabajó con la porción media, la que fue montada en soporte de cera odontológica, posteriormente seccionada transversalmente con micrótomo rotativo Minot a 20 μm de espesor.

Tabla 1. Poblaciones de *Z. peruviana* estudiadas.

Población	Localidad	Coordenadas	Altitud (m)	Departamento	Provincia	Color de rígula
ERr	El Rincón	26º57'39,47"S 65º46'33,27"O	2314	Tafí del Valle	Tucumán	roja
Tn	Estancia Los Ángeles	26º28'73"S 65º18'32,50"O	570	Trancas	Tucumán	naranja
Va	Volcán	23º91'64"S	2085	Tumbaya	Jujuy	amarilla
Vn	Volcán	65º46'66"O		Tumbaya	Jujuy	naranja
Vr	Volcán			Tumbaya	Jujuy	roja

Referencias: ERr, El Rincón lígula roja; **Tn**, Tapia lígula naranja; **Va**, Volcán lígula amarilla; **Vn**, Volcán lígula naranja; **Vr**, Volcán lígula roja.

Para el análisis del tallo y el sistema radical se realizaron cortes con la técnica de «mano libre» (D'Ambrogio de Argüeso, 1986). En el tallo las secciones transversales y longitudinales se realizaron en la porción apical, media y basal. Mientras que en el sistema radical los cortes fueron transversales, seriados del sistema completo.

Las tinciones utilizadas fueron violeta de cresil, violeta cristal, safranina y tinción doble sucesiva de azul astra-safranina y posteriormente montados en agua-glicerina (1:1) (D'Ambrogio de Argüeso, 1986; Zarlavsky, 2014).

En la descripción de la venación foliar se utilizó la terminología de Hickey (1974, 1979) y Ellis *et al*. (2009). Para la clasificación de los estomas se usó la terminología propuesta por Dilcher (1974).

Las observaciones fueron realizadas con microscopio óptico Carl Zeiss Lab. A1 Axiolab con cámara adosada AxioCam ERc 5s Zeiss.

Las mediciones de los tejidos se realizaron utilizando el programa Axio Vision release 4.8.2. Para cada muestra foliar se analizaron 5 campos ópticos al azar y se calculó la densidad, longitud y latitud de estomas y tricomas ubicados en ambas epidermis (n=25). Los resultados fueron sometidos a un análisis de la varianza (p=0,05) y test de Tukey (Infostat, v.1.1).

MATERIAL EXAMINADO

ARGENTINA, Prov. Tucumán, Dpto. Tafí del Valle, 26º57'39,47"S 65º46'33,27"O, 2314m, 15/III/2016, *Albornoz* (LIL).

ARGENTINA, Prov. Tucumán, Dpto. Trancas, Estancia Los Ángeles, 26º28'73"S 65º18'32,50"O, 570 m, 3/II/2016. *Ponessa* y *Mercado* (LIL).

ARGENTINA, Prov. Jujuy, Dpto. Tumbaya, Loc. Volcán a la vera de la ruta nacional N° 9, 23º91'64"S 65º46'66"O, 2085 m, 25/III/2016, *Andrada* (LIL).

RESULTADOS

Morfología y anatomía foliar

Hojas sésiles, aovadas o elípticas, de 30-70 mm de longitud x 8-35 mm de latitud, bases redondeadas, cuneadas a cordadas, ligeramente envainadoras, agudas a obtusas en el ápice (Fig. 1A, 1B).

La vena primaria es pinnada, de tamaño moderado (1,4 %) y de recorrido curvado a partir de la porción media superior. El par basal de venas secundarias presenta recorrido similar al de la vena primaria (Fig. 2A) y los pares superiores de venas secundarias, presentan ángulo agudo en la unión con la vena primaria y tienen recorrido curvado uniéndose a las superadyacentes en ángulo obtuso (Fig. 2B). Se observan venas secundarias decurrentes (Fig. 2C). Las venas terciarias son de tres tipos: exterior, epimedial

Tabla 2: Densidad, longitud y latitud estomática para los diferentes colores de lígulas en las poblaciones estudiadas de *Z. peruviana*.

	Superficie adaxial			Superficie abaxial		
Población	**Densidad**	**Longitud**	**Latitud**	**Densidad**	**Longitud**	**Latitud**
ERr	51 ± 21^{ab}	30,7 ± 5,6^{ab}	22,1 ± 3,9^{a}	118 ± 29^{ab}	28,9 ± 2,5^{a}	24,3 ± 4,7^{a}
Tn	42 ± 12^{a}	27,5 ± 2,6^{a}	19,8 ± 2,2^{a}	87 ± 25^{a}	28,7 ± 3,6^{a}	19,8 ± 2,7^{a}
Va	40 ± 8^{a}	34,5 ± 2,1^{b}	21,0 ± 2,0^{a}	156 ± 17^{b}	29,2 ± 2,2^{a}	21,0 ± 1,8^{a}
Vn	73 ± 11^{b}	27,4 ± 3,0^{a}	10,6 ± 1,4^{b}	89 ± 26^{a}	31,6 ± 2,7^{a}	22,5 ± 3,1^{a}
Vr	78 ± 20^{b}	26,7 ± 2,5^{a}	19,1 ± 1,9^{a}	161 ± 29^{b}	26,6 ± 3,2^{a}	20,3 ± 1,8^{a}

Referencias: ERr, El Rincón lígula roja; **Tn**, Tapia lígula naranja; **Va**, Volcán lígula amarilla; **Vn**, Volcán lígula naranja; **Vr**, Volcán lígula roja. Valores de longitud y latitud expresados en µm. Densidad expresada en numero de estomas por mm^2. Letras distintas indican diferencias significativas (p = 0,05).

e intercostal (Fig. 2B, 2C). Se presentan además venas cuaternarias y de quinto orden (Fig. 2C). La venación ultima marginal es principalmente incompleta y en algunas ocasiones ojalada. Las aréolas están bien desarrolladas, de disposición al azar, de forma diversa y con vénulas simples curvadas o con vénulas ramificadas (Fig. 2D).

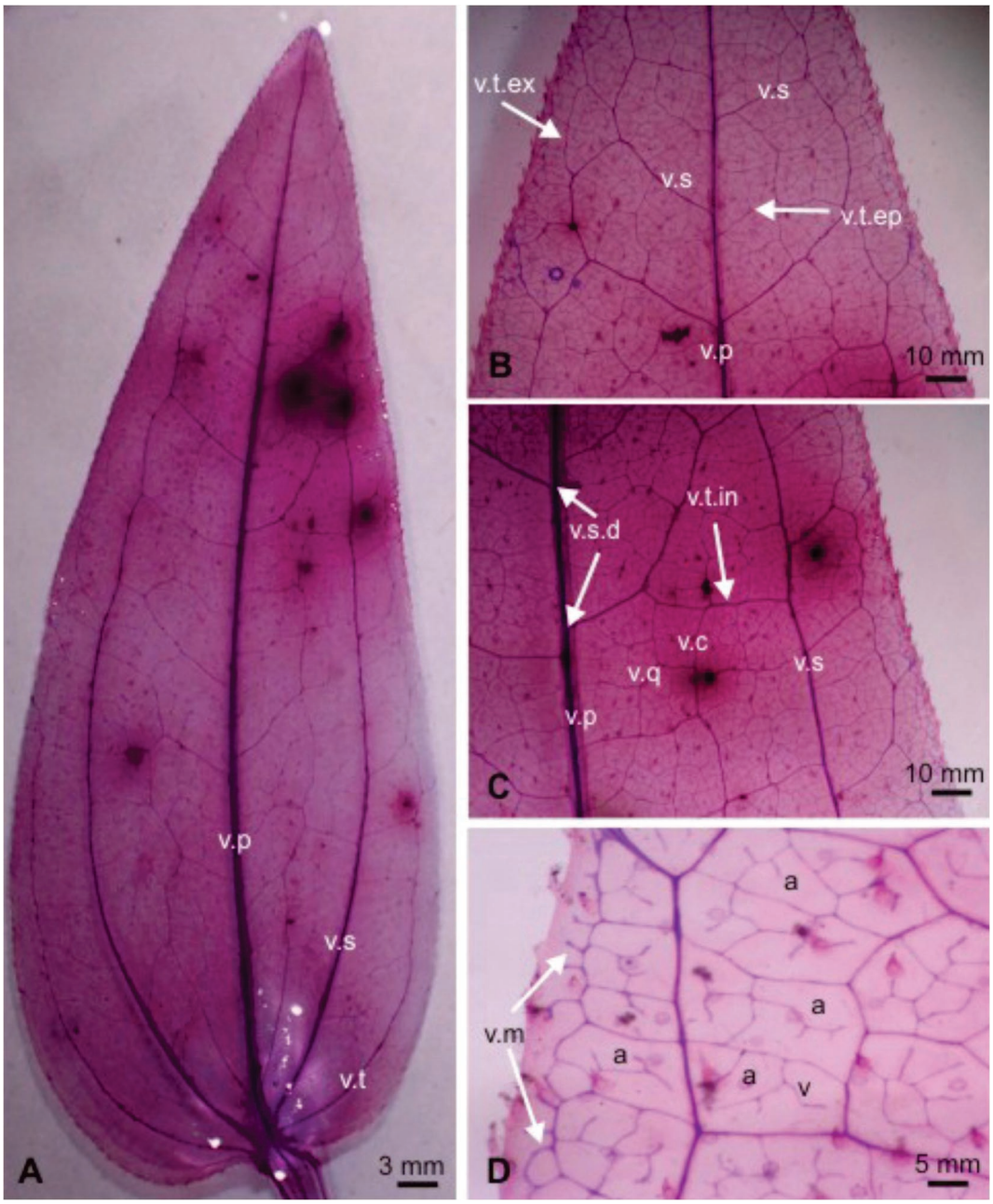


Fig. 2. *Zinnia peruviana*. Venación foliar. A) Aspecto general de la lámina, mostrando la venación. B-D) Detalle de la venación. Referencias: a, aréola; v, vénula; v.c, vena cuaternaria; v.m, venación marginal; v.p, vena primaria; v.q, vena de quinto orden; v.s, vena secundaria; v.s.d., vena secundaria decurrente; v.t, vena terciaria; v.t.ep, vena terciaria epimedial; v.t.ex, vena terciaria exterior; v.t. in, vena terciaria intercostal. *Ponessa* y *Mercado* S/N (LIL).

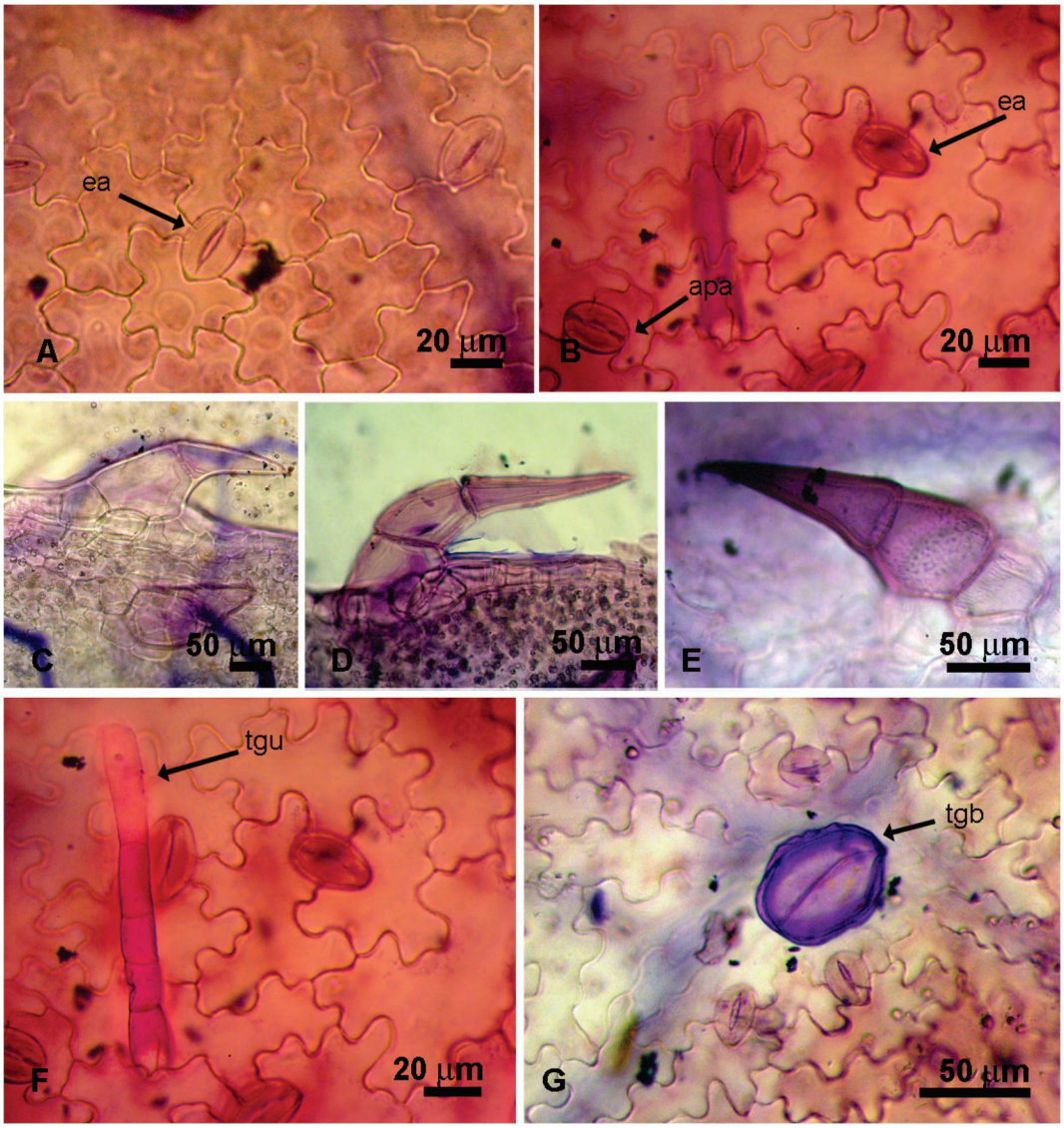


Fig. 3. *Zinnia peruviana*. Lámina en vista paradermal. A) Epidermis adaxial. B) Epidermis abaxial. C) Tricoma marginal eglandular cónico bicelular. D) Tricoma marginal eglandular cónico tricelular. E) Tricoma eglandular cónico bicelular con paredes ornamentadas. F) Tricoma glandular pluricelular uniseriado de ápice hialino. G) Tricoma glandular pluricelular biseriado. Referencias: ea, estoma anomocítico; apa; aparato estomático anisocítico; tgu, tricoma glandular uniseriado; tgb, tricoma glandular biseriado. *Ponessa* y *Mercado* S/N (LIL).

En vista paradermal las hojas son anfiestomáticas, con epidermis de células poligonales de paredes fuertemente lobuladas, estomas de tipo anomo y anisocítico (Fig. 3A, 3B). En la Tabla 2 se resumen los valores promedios de la densidad, longitud y latitud estomática para cada población. Los individuos de lígula naranja de Tapia y los de lígula amarilla de Volcán presentan la menor densidad estomática respecto de los individuos de lígula naranja y roja de Volcán. La longitud y latitud estomática, en la superficie abaxial, no muestran diferencias significativas entre individuos de distintas poblaciones.

En ambas epidermis se observan dos tipos de tricomas, eglandulares y glandulares que se distribuyen principalmente sobre nervaduras y margen de la lámina. Los primeros son cónicos, rectos o curvos, antrorsos, pluricelulares uniseriados (2-4 células) con ápice agudo a obtuso y cutícula ornamentada (Fig. 3C, 3D, 3E). Los tricomas glandulares son de dos tipos: a) pluricelular uniseriado (4-6 células), con base ligeramente bulbosa y una glándula hialina terminal, que se desprende con facilidad y son escasos (Fig. 3F y 4F) y b) pluricelular biseriado (3 pares de células), con cutícula expandida (Fig. 3G y 4G, 4H). En la tabla 3 se muestra la densidad y el tamaño de los tricomas eglandulares y glandulares de tipo «b» de cada población. Individuos con lígulas de diferente color pertenecientes a una misma población e individuos con lígulas de idéntico color pertenecientes a diferentes poblaciones no muestran diferencias significativas para ambos tipos de tricomas.

En la lámina, en sección transversal a la altura del nervio primario, se observa un único haz vascular colateral, con casquetes de esclerénquima parcialmente lignificados hacia xilema y floema, rodeado por una vaina parenquimática; en posición subepidérmica se encuentran refuerzos uni-bistratos de colénquima angular a laminar (Fig. 4A, 4B). Los nervios secundarios son colaterales con casquete de colénquima hacia el floema, vaina parenquimática, o colénquima que se extienden hacia ambas epidermis. El par basal de venas secundarias presenta mayores dimensiones que las venas secundarias superiores (Fig. 4C, 4D). La venas de tercer orden carecen de extensiones de la vaina parenquimática (Fig. 4E). La lámina en sección transversal es dorsiventral anfiestomática, epidermis adaxial y abaxial unistratas (18,7 ± 1.0 μm y 20,4 ± 3,7 μm respectivamente) con cutícula delgada (8,9 ± 1,7 μm). Tricomas eglandulares y el glandular tipo «a» se encuentran al mismo nivel en relación a las células epidérmicas, mientras que los tricomas glandulares tipo «b» se ubican en depresiones (Fig. 4G, 4H). El parénquima en empalizada es bistrato (86,8 ± 11,3 μm) y el tejido esponjoso (120,4 ± 10,5 μm) es laxo de aspecto brasi-

Tabla 3. Densidad y dimensiones de tricomas eglandulares cónicos y glandulares tipo "b" para los diferentes colores de lígulas en las poblaciones estudiadas de *Z. peruviana*.

	Tricomas eglandulares cónicos				Tricomas glandulares tipo "b"							
	Superficie adaxial		Superficie abaxial		Superficie adaxial				Superficie abaxial			
Población	Densidad	Longitud	Densidad	Longitud	Densidad	Longitud	Latitud		Densidad	Longitud	Latitud	
ERr	3 ± 1^{a}	193,5 ± 49,0^{a}	2 ± 1^{a}	285,9 ± 139,5^{a}	2 ± 2^{ab}	70,8 ± 6,4^{a}	55,0 ± 8,3^{a}		4 ± 2^{a}	62,3 ± 5,2^{a}	54,0 ± 6,0^{a}	
Tn	1 ± 1^{a}	109,2 ± 41,4^{a}	1 ± 1^{a}	141,0 ± 27,6^{a}	4 ± 1^{b}	66,7 ± 2,8^{a}	63,1 ± 5,4^{a}		3 ± 3^{a}	63,4 ± 5,7^{ab}	55,3 ± 8,1^{ab}	
Va	4 ± 2^{a}	185,5 ± 66,7^{a}	2 ± 1^{a}	202,0 ± 64,8^{a}	1 ± 1^{a}	73,5 ± 6,6^{a}	68,5 ± 6,3^{a}		4 ± 1^{a}	73,5 ± 4,4^{b}	64,7 ± 3,5^{bc}	
Vn	2 ± 1^{a}	151,8 ± 46,6^{a}	2 ± 1^{a}	229,7 ± 85,5^{a}	2 ± 1^{ab}	75,4 ± 7,1^{a}	66,5 ± 4,3^{a}		2 ± 1^{a}	73,7 ± 6,0^{b}	68,5 ± 4,0^{c}	
Vr	4 ± 2^{a}	139,4 ± 57,8^{a}	2 ± 1^{a}	230,8 ± 127,3^{a}	2 ± 1^{ab}	67,0 ± 6,1^{a}	62,4 ± 8,9^{a}		3 ± 2^{a}	75,5 ± 6,2^{b}	71,2 ± 4,3^{c}	

Referencias: ERr, El Rincón lígula roja; **Tn**, Tapia lígula naranja; **Va**, Volcán lígula amarilla; **Vn**, Volcán lígula naranja; **Vr**, Volcán lígula roja Valores de longitud y latitud expresados en µm. Densidad expresada en numero de tricomas por mm^{2}. Letras distintas indican diferencias significativas (p = 0,05). No se consignan densidad ni tamaño de tricomas glandulares tipo «a» debido a que se encuentran escasamente representados.

forme (Fig. 4E). No se hallaron diferencias significativas en cuanto a los espesores de tejidos foliares para las diferentes poblaciones analizadas.

Morfología y anatomía caulinar

El sistema caulinar es erecto, estrigoso, poco ramificado, liso y compacto en la base a levemente estriado y a veces fistuloso hacia el ápice.

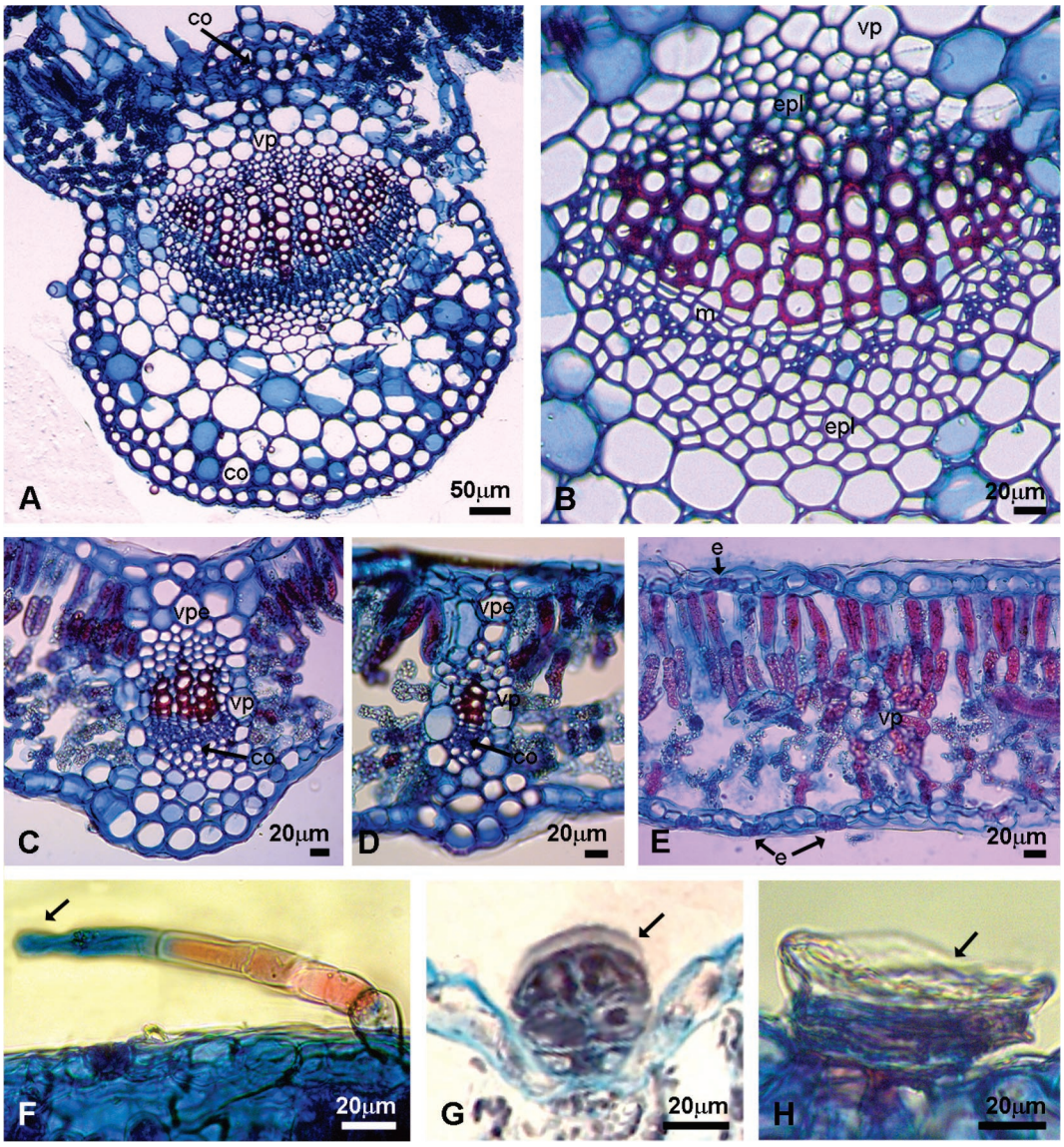


Fig. 4. *Zinnia peruviana*. Lámina en transcorte. A) Vena primaria. B) Detalle de haz vascular de la vena primaria. C) Vena secundaria basal. D) Vena secundaria superior. E) Vena terciaria y mesofilo. F) Tricoma glandular pluricelular uniseriado. G-H) Tricoma glandular pluricelular biseriado, con/sin contenido celular, respectivamente. Referencias: co, colénquima; m, meristema; e, estoma; epl, esclerénquima parcialmente lignificado; flecha, indica la cabeza del tricoma glandular; vpe, vaina parenquimática extendida; vp, vaina parenquimática. *Ponessa* y *Mercado* S/N (LIL).

La anatomía del tallo cambia gradualmente, observándose estructura primaria en la zona del ápice caulinar y estructura secundaria temprana en diferentes estadios de desarrollo, en la porción media y basal.

En transcorte la estructura primaria puede presentar contorno subcircular a ondulado. La cutícula es levemente estriada. La epidermis es unistrata con tricomas de tres tipos, idénticos a los descriptos para la hoja. El córtex presenta colénquima laminar y angular subepidérmico uni a bistrato y 3-5 estratos de parénquima con células redondeadas. El sistema vascular es una eustela de haces vasculares colaterales abiertos con casquetes de esclerénquima hacia el floema. Se observa parénquima interfascicular. La médula presenta parénquima muy desarrollado con células poliédricas, comparativamente más grandes que las corticales, con abundantes espacios intercelulares (Fig. 5A). Es frecuente la separación de las células centrales, lo cual produce una fístula, en ocasiones muy desarrollada. Conductos secretores pequeños, con células epiteliales papilosas se ubican a nivel del parénquima interfascicular (Fig. 5B).

En la estructura secundaria temprana, el contorno del tallo en sección transversal es circular. La epidermis unistrata se conserva. La peridermis se observa en porciones aisladas de unos pocos cortes. El felógeno comienza su desarrollo cuando el cámbium ya empezó su actividad, se origina a partir de divisiones periclinales del estrato subepidérmico (Fig. 5C). El córtex presenta 5-8 estratos de células parenquimáticas rendondeadas. Circundando el cilindro vascular central, se observa una banda endodermoide amilífera de células alargadas tangencialmente (Fig. 5D). Próximos a esta se observan canales secretores esquizógenos agrupados de a 3 (4) (Fig. 5F). El sistema vascular se organiza en una sifonostela ectofloica con casquetes de esclerénquima persistentes. El xilema presenta vasos solitarios o en hileras cortas 3 (4). Los radios parenquimáticos son 1-3 seriado (Fig. 5E). La médula persiste formando fistulas. En la estructura secundaria se observan hasta 3 anillos de crecimiento.

Morfología y anatomía radical

El sistema radical está formado por una raíz principal axonomorfa de la que surgen ramificaciones laterales (Fig. 6A).

La raíz principal presenta estructura secundaria en diferentes estadios. Las raíces laterales desarrollan crecimiento primario y secundario en diferentes estadios.

La estructura radical primaria, en sección transversal, posee una epidermis unistrata, parénquima cortical formado por 3 (2) - 4 (5) estratos de células, en el límite interno de la corteza se encuentra la endodermis con banda de Caspary, el cilindro vascular presenta periciclo unistrato y estela de tipo diarca (Fig. 6B).

La estructura radical secundaria, en corte transversal, muestra diferentes grados de desarrollo. Lo más frecuente es observar una estructura secundaria temprana donde aún persiste la epidermis, el parénquima cortical y la endodermis (remanentes de la estructura primaria) adheridos a la peridermis en formación. Internamente se evidencia al xilema y floema continuos por la actividad del cámbium (Fig. 6C, 6D). En escasos cortes se observa la estructura secundaria típica con peridermis formada por súber, felógeno y felodermis, y el xilema con tres anillos de crecimiento (Fig. 6E). Los vasos xilemáticos son solitarios la mayoría, o en hileras cortas 2 (4) vasos, y radios parenquimáticos 1-3 seriados (Fig. 6F, 6G). Tejido fibroso lignificado abundante en xilema y escaso en floema (Fig. 6G, 6H).

La raíz principal axonomorfa, solo en proximidad al cuello presenta canales secretores esquizógenos en la parte interna de la corteza, similares a los observados en el tallo y una médula parenquimática (Fig. 7A, 7B); en sectores alejados del cuello la médula se lignifica y los canales están ausentes.

Las raíces adventicias se encuentran en el tallo, próximas al cuello radical. En sección transversal presentan crecimiento primario y secundario en diferentes estadios, con estructuras similares a las descriptas anteriormente. En el crecimiento primario se evidenciaron estelas diarcas, triarcas, tetrarcas y pentarcas (Fig. 6B, 7C, 7D, 7E).

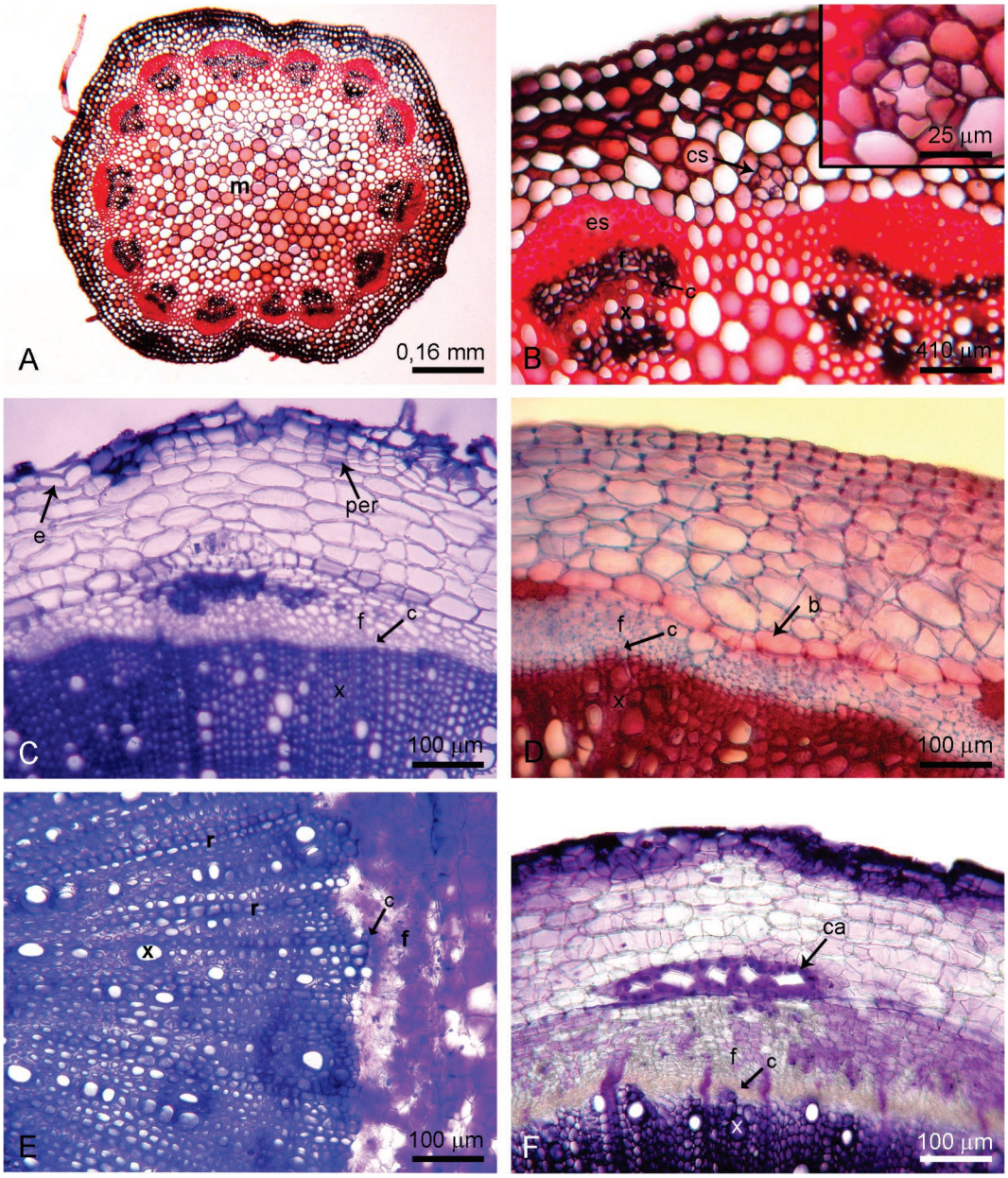


Fig. 5. *Zinnia peruviana*. Anatomía del sistema caulinar. A-B) Estructura primaria. B) En detalle: el conducto secretor. C-F) Estructura secundaria temprana. C) Peridermis en formación. D) Detalle de banda endodermoide amilífera. E) Xilema con vasos solitarios y radios parenquimáticos. F) Canales secretores esquizógenos. Figuras A, B y D tinción con safranina. C, E y F tinción con violeta de cresil. Referencias: b, banda endodermoide amilífera; ca, canales secretores esquizógenos; c, cámbium; cs, conducto secretor; e, epidermis; es, esclerénquima; f, floema; m, médula parenquimática; per, peridermis; r, radio; x, xilema. *Andrada* S/N (LIL).

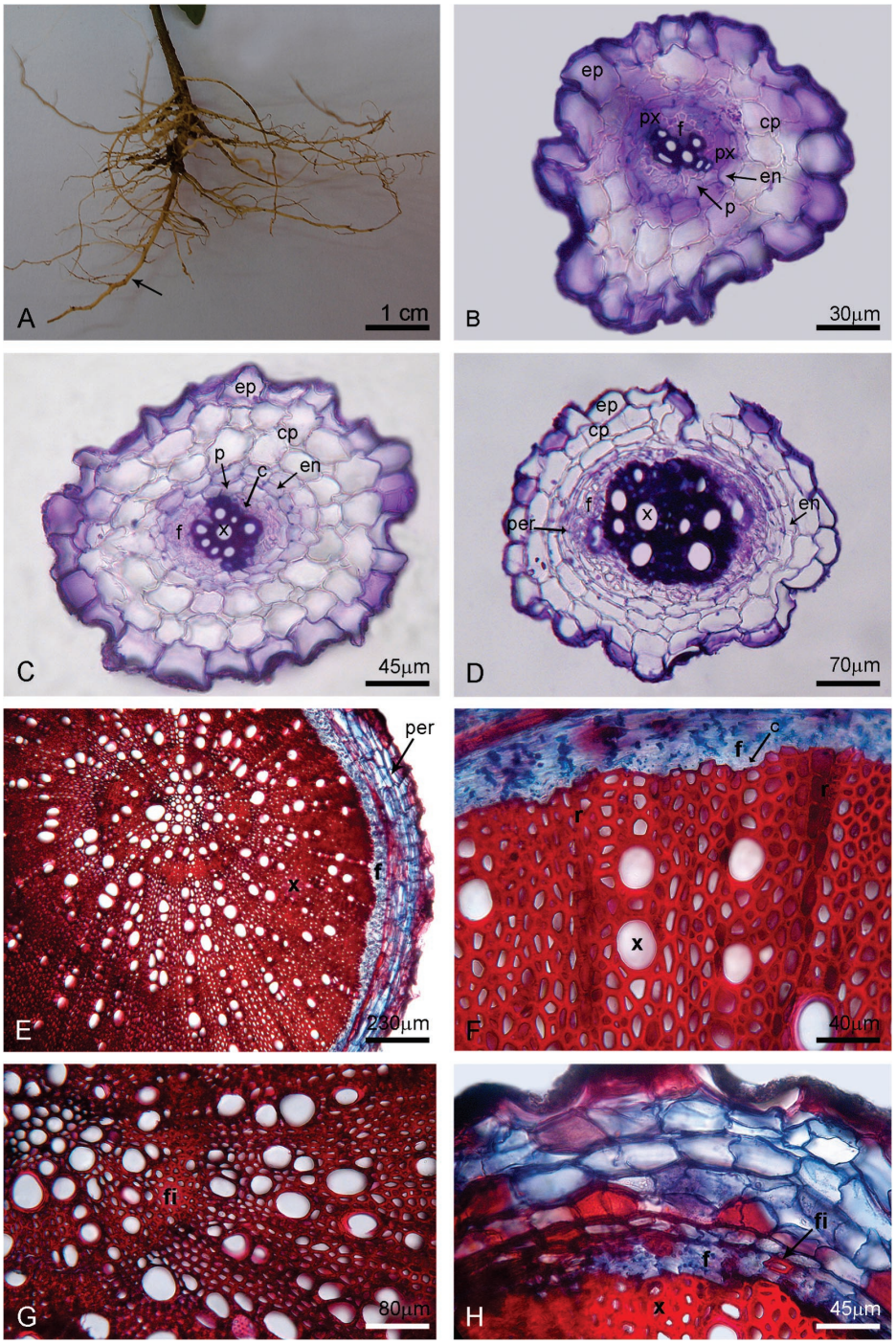


Fig. 6. *Zinnia peruviana*. Morfología y anatomía del sistema radical. A) Aspecto del sistema radical. B-H) Sección transversal. B) Estructura primaria. C y D) Estructura secundaria temprana con diferentes grados de desarrollo. E) Estructura secundaria típica con peridermis. F) Detalle de xilema secundario con vasos solitarios. G) Fibras en xilema. H) Fibras en floema. Referencias: c, cámbium; cp, corteza parenquimática; en, endodermis; ep, epidermis; f, floema; fi, fibras; p, periciclo; per, peridermis; px, protoxilema; r, radio; x, xilema. *Albornoz* S/N (LIL).

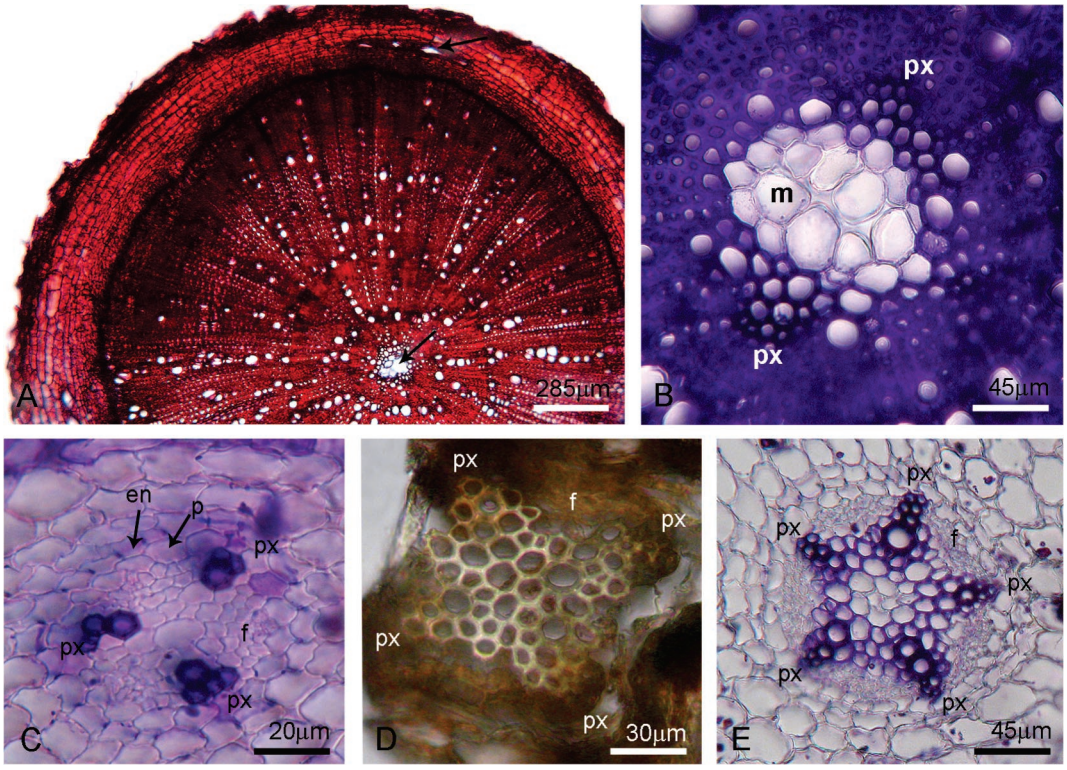


Fig. 7. *Zinnia peruviana*. Anatomía del sistema radical. A-B) Raíz principal en proximidad al cuello. A) Canales en corteza y médula central. B) Detalle de médula. parenquimática. C-E) Raíces adventicias. C) Estela triarca. D) Estela tetrarca. E) Estela pentarca. Referencias: en, endodermis; f, floema; m, médula; p, periciclo; px, protoxilema. *Albornoz* S/N (LIL).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La presente contribución completa la morfología foliar y describe la venación foliar y la anatomía de órganos vegetativos de *Zinnia peruviana*.

Metcalfe y Chalk (1950) citan, para la familia, la presencia de tricomas eglandulares y glandulares, estomas de tipo anomocítico y anisocítico, mesofilo muy variado con haces vasculares rodeados de una vaina parenquimática y colénquima subepidérmico en tallo. Estos mismos caracteres fueron observados en *Z. peruviana*, donde el mesofilo se muestra dorsiventral; y los tricomas eglandulares son cónicos, pluricelulares uniseriados; y dos tipos de tricomas glandulares: a) pluricelular uniseriado con glándula hialina terminal y b) pluricelular biseriado.

Metcalfe y Chalk (1950), mencionan para el género *Zinnia* la presencia de canales en el cortex del tallo los que se extienden al pecíolo y lámina. En el presente trabajo se observaron canales únicamente en el cortex del tallo y de la raíz, en la zona próxima al cuello; mientras que en sectores alejados se evidencian conductos secretores que se describen por primera vez para la especie estudiada.

Knight y Roberts (1994), describen para *Z. elegans* hojas dorsiventrales anfiestomáticas, venas con haces colaterales con vaina parenquimática y mesofilo dorsiventral con el tejido esponjoso laxo de células brasiformes, en tanto Liu *et al*. (1999), Twumasi *et al*. (2003) y Rawat *et al*. (2015) observan tallos con eustela formada por haces colaterales con casquetes de esclerénquima hacia

el floema y una amplia médula parenquimática, semejante a lo observado en *Z. peruviana*.

Algunos aspectos de la morfología y anatomía de *Z. peruviana* fueron brevemente descriptos por Mahbubur Rahman *et al*. (2013); Mahbubur Rahman (2013) y Rivera *et al*. (2013) particularmente en lo referente a la densidad y tipos de estomas presentes, donde citan estomas de tipo anomo y anisocíticos en concordancia con lo observado en este trabajo. En cuanto a las densidades y dimensiones estomáticas, Rivera *et al*. (2013) señalan densidades de 260 a 270 estomas/mm^2 para la epidermis abaxial y longitudes estomáticas de 22 μm, para una población de la Reserva ecológica del pedegral (San Ángel, México) en tanto las poblaciones estudiadas en el presente trabajo presentaron densidades de 87 a 161 estomas/mm^2 y longitudes de 26 a 31 μm, las diferencias en cuanto a la densidad pueden deberse al estadio de desarrollo de las hojas seleccionadas, el cual no esta especificado en el trabajo de Rivera *et al*. (2013).

En este estudio se han observando poblaciones conformadas por individuos en los cuales el color de la lígula es homogéneo o por individuos con lígulas de diferentes colores (naranja, amarilla y roja). Sin embargo, no se evidenciaron diferencias morfológicas y anatómicas significativas entre individuos pertenecientes a una misma población que presentan inflorescencias de diferentes colores, o entre poblaciones con inflorescencias del mismo color. En una segunda etapa se plantea realizar análisis morfológicos, anatómicos y citotaxonómicos de capítulos, frutos y semillas para determinar la posible existencia de caracteres que permitan segregar variedades dentro de la especie.

Los elementos de valor diagnóstico para la identificación de *Z. peruviana* son: tipos de estomas y tricomas, presencia de canales, conductos secretores y fibras.

En el presente trabajo se completa la descripción morfológica foliar y se describe por primera vez la venación foliar y la anatomía de los órganos vegetativos de Z. *peruviana*.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue totalmente realizado con fondos de la Fund. M. Lillo (Miguel Lillo 251, (T4000JFE) Tucumán, Argentina).

Los autores agradecen al Lic. Rubén Andrada de la Fund. M. Lillo por el material recolectado en la localidad de Volcán, prov. de Jujuy y a la Lic. Lelia Bordon de la Fund. M. Lillo, por la diagramación de las láminas.

BIBLIOGRAFÍA

Antón A. M., Zuloaga F. O. 2016. Flora Argentina. Plantas vasculares de la República Argentina. http://www.floraargentina.edu.ar/ (último acceso julio 2016).

Ariza Espinar L. 2000. Pródromo de la Flora fanerogámica de Argentina Central. Familia Asteraceae: I. Tribu Heliantheae. Museo Botánico 2: 1-111.

Barboza G. E., Cantero J. J., Núñez C., Pacciaroni A. Espinar L. A. 2009. Medicinal plants: A general review and a phytochemical and ethnopharmacological screening of the native Argentine Flora. Kurtziana 34: 7-365.

Cabrera A. L., Zardini E. M. 1978. Manual de la Flora de los alrededores de Buenos Aires. Editora Acme S.A.C.I., Buenos Aires, 755 pp.

Cantero J. J., Petryna L., Nuñez C. 2000. The family Asteraceae in central Argentina. Compositae Newslett 35: 1-18.

Carrizo E., Palacio M. O., Roic L. D. 2002 «Plantas de uso medicinal en la flora de los alrededores de la ciudad de Santiago del Estero, Argentina». Dominguezia 18: 26-35.

D'Ambrogio de Argüeso A. 1986. Manual de técnicas de histología vegetal. Editora Hemisferio Sur, Buenos Aires, 83 pp.

Del Vitto L., Petenatti E. M., Petenatti M. E. 1997. Herbal Resources of San Luis (Argentina). First part: Native plants. Multequina 6: 49-66.

Dilcher D. L. 1974. Approaches to the identification of angiosperm leaves. The Botanical Review 40 (1): 1-157.

Dizeo de Strittmater C. G. 1973. Nueva técnica de diafanización. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 15: 126-129.

Domínguez J. A. 1928. Contribuciones a la Materia Médica Argentina. Editora Peuser, Buenos Aires, 128-413 pp.

Ellis B., Daly D. C., Hickey L. J., Johnson K. R., Mitchell J. D., Wilf P., Wing S. L. 2009. Manual of Leaf architecture. The New York Botanical Garden Press. New York, 190 pp.

Goleniowski M. E., Bongiovanni G. A, Palacio L., Nuñez C. O., Cantero J. J. 2006. Medicinal plants from

the "Sierra de Comechingones" Argentina. Journal of Ethnopharmacology 107: 324-341.

Hickey L. J. 1974. Clasificación de la arquitectura de las hojas de Dicotiledóneas. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 16 (1-2): 1-26.

Hickey L. J. 1979. A revised classification of the architecture of dycotyledonous leaves. En: Metcalfe C., Chalk L. (editores), Anatomy of the Dicotyledons. Volumen I. Second Edition. Claredon Press, Oxford, 25-39 pp.

Hieronymus G. 1882. Plantae Diaphoricae Florae Argentinae - Buenos Aires, Editora Kraft, 153-404 pp.

Knight B, Roberts A. 1994. Palisade Mesophyll Cell Expansion During Leaf Development in *Zinnia elegans* (Asteraceae), American Journal of Botany 81 (5): 609-615.

Liu L., Eriksson K. E. L., Dean J. F. D. 1999. Localization of hydrogen peroxide production in *Zinnia elegans* L. stems. Phytochemistry 52: 545-554.

Mahbubur Rahman A. H. M. 2013. Systematic studies on Asteraceae in the northern region of Bangladesh. American Journal of Life Sciences 1 (4): 155-164.

Mahbubur Rahman A. H. M., Rafiul Islam A. K. M., Matiur Rahman M. 2013. An anatomical investigation on Asteraceae family at ajshahi Division, Bangladesh. International Journal of Biosciences 3 (1): 13-23.

Metcalfe C. R., Chalk L. 1950. Aquifoliceae. Anatomy of the Dicotyledons. Editora Claredon, Oxford, 381-385 pp.

NASA, 2016. http://www.nasa.gov/image-feature/first-flower-grown-in-space-stations-veggie-facility (último acceso julio 2016).

Novara L. J., Gutiérrez D. G. 2010. Asteraceae Bercht. & Presl, Tr. V. Heliantheae Cass. Flora del Valle de Lerma 9: 1-201.

Rawat N., Sharma M., Sharma K. C. 2015. The stem-node-leaf continuum in some members of Asteraceae. Indian Journal of Plant Sciences 4 (2): 2319-3824.

Rivera P., Villaseñor J. L., Terrazas T. 2013. El aparato estomático de Asteraceae y su relación con el aumento de CO2 atmosférico en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, México Revista Mexicana de Biodiversidad 84: 499-508.

Rojas-Leal A., Terrazas T., Villaseñor J. L. 2014. Desarrollo del patrón de venación en cuatro especies de la tribu Senecioneae (Asteraceae). Botanical Sciences 92 (1): 23-36.

Salgado E. R. 2007. Las Ramas Floridas Del Bosque. Experiencias en el manejo de plantas medicinales Amazónicas. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana Iquitos, 85 pp.

Satorres S. E., Chiaramello A. I., Tonn C. E., Laciar A. L. 2012. Antibacterial activity of organic extracts from *Zinnia peruviana* (L.) against gram-positive and gram-negative bacteria. Journal of Food and Agriculture 24 (4): 344-347.

Torres A. M. 1963. Taxonomy of *Zinnia*. Brittonia 15: 1-25.

Toursarkissian M. 1980. Plantas medicinales de la Argentina Buenos Aires. Editora Hemisferio Sur, 178 pp.

Twumasi P., Van Ieperen W., Woltering E. J., Emons A. M. C., Schel J. H. N. Snel J. F. H., van Meeteren U., Van Marwijk D. 2003. Effects of Water Stress during Growth on Xylem Anatomy, Xylem Functioning and Vase Life in Three *Zinnia elegans* cultivars. Acta Horticulturae 669: 303-312.

Zarlavsky G. E. 2014. Histología vegetal: Técnicas simples y complejas. Sociedad Argentina de Botánica. Buenos Aires, Argentina, 198 pp.