

Morfología y anatomía foliar, caulinar y radical de *Smallanthus siegesbeckius* (Heliantheae, Asteraceae)

Mercado, María Inés^{1,2}; María Victoria Coll Aráoz^{1,2}; Alfredo Grau²; Graciela Inés Ponessa¹

¹ Fundación Miguel Lillo, Instituto de Morfología Vegetal, laboratorio 32 Miguel Lillo 251, Tucumán (4000), Argentina.

² Becaria del CONICET y UNT, Fac. de Cs. Naturales e Instituto Miguel Lillo, Inst. de Ecología Regional (IER). Correspondencia: mainesmer@hotmail.com, graPONessa@hotmail.com

► **Resumen** — Mercado, M. I.; M. V. Coll Aráoz; A. Grau & G. I. Ponessa. 2009. Morfología y Anatomía Foliar, Caulinar y Radical de *Smallanthus siegesbeckius* (Heliantheae - Asteraceae). *Lilloa* 46 (1-2). *S. siegesbeckius*, es una especie nativa de Perú, Brasil, Bolivia y Paraguay, popularmente conocida como "yarita". Se halla estrechamente emparentada con *S. sonchifolius*, "yacón", cultivo de importancia agroindustrial y medicinal. Resulta interesante el estudio de la morfo-anatomía de *S. siegesbeckius* dado que presenta hojas con potente actividad antioxidante y raíces tuberosas con metabolitos farmacológicamente activos. Los siguientes caracteres morfo-anatómicos permiten su diferenciación respecto de otras especies del género: hojas de simetría triangular deltoidea marcadamente ovada y ápice atenuado agudo recurvado; tallos densamente pubescentes, con tricomas glandulares de cabeza bi y tetra-celular, tricomas eglandulares dispuestos en cojín, escaso desarrollo de córtex parenquimático, anillo amilífero asociado al sistema vascular y casquetes floemáticos de colénquima. Las raíces presentan gran cantidad de radios xilemáticos y conspicuos canales secretores adyacentes a la endodermis.

Palabras clave: morfo-anatomía, órganos vegetativos, *Smallanthus siegesbeckius*, Asteraceae.

► **Abstract** — Mercado, M. I.; M. V. Coll Aráoz; A. Grau & G. I. Ponessa. 2009. Morphology and Anatomy of Leaves, Stems and Roots from *Smallanthus siegesbeckius* (Heliantheae, Asteraceae). *Lilloa* 46 (1-2). *S. siegesbeckius* commonly known as "yarita" is a native species from Perú, Brasil, Bolivia and Paraguay, closely related to *Smallanthus sonchifolius*, "yacon", a crop with medicinal and agroindustrial importance. *S. siegesbeckius* presents leaves with strong antioxidant activity and tuberous roots with pharmacologically active compounds. The following diagnostic features allow its identification among other related species: leaves with triangular deltoid symmetry and sharp curved apex; shoots with high glandular trichomes density, two and four-head glandular trichomes, eglandular trichomes on cells cushion, less developed parenchymatic cortex, amyliiferous parenchyma ring associated to the vascular system and collenchymatic caps on the phloem. Roots present secondary xylem with rays and abundant secretory canals over the endodermis.

Keywords: morphoanatomy, vegetative organs, *Smallanthus siegesbeckius*, Asteraceae.

INTRODUCCIÓN

Smallanthus siegesbeckius (DC.) H. Robinson, (Asteraceae, Heliantheae), conocido popularmente como "yarita", es una planta sufruticea hemicriptófito de hasta 5 m de altura, nativa de Perú, Brasil, Bolivia y Paraguay (Grau & Rea, 1997).

Por su distribución geográfica y morfológica, se halla estrechamente relacionada con

Smallanthus sonchifolius (Poepp & Endl.) Robinson, cultivo andino precolombino, conocido como "yacón", que en la última década ha cobrado gran importancia por el consumo de sus raíces como alimento funcional nutracéutico y de sus hojas en forma de té medicinal con propiedades hipoglucemiantes y antioxidantes (Grau & Rea, 1997; Seminario *et al.*, 2003; Aybar *et al.*, 2001).

Las raíces tuberosas de *S. siegesbeckius*, aunque no tan sabrosas, son similares en aspecto a las del yacón y al igual que éste,

almacenan fructoligosacáridos (C.p. Kortzart, A., 2009) que poseen propiedades hipocolesteromiantes (Genta *et al.* 2005) y antioxidantes (Yan *et al.*, 1999; Takenaka *et al.*, 2003; Simonovska *et al.*, 2003).

De las raíces de “yarita” se han aislado ácido ent-kaurénico y sus derivados (Coll Aráoz *et al.*, 2008) conocidos por su acción disuasiva de insectos, citotóxica, embriotóxica e inhibidora de etapas del crecimiento y desarrollo larval (Costa Lotufo *et al.*, 2002). Para estos compuestos se ha reportado también actividad miorrelajante (Cunha *et al.*, 2003), hipoglucemiante (Bresciani *et al.*, 2004), analgésica (Block *et al.*, 1998), antitumoral, antifúngica, antimicrobiana y anti-HIV entre otras (Ghisalberti, 1997).

Por otro lado extractos de las hojas de *S. siegesbeckius* presentan actividad antioxidante comparable a la del té verde (*Camellia sinensis*, Theaceae) (C.p. Catalán, C.A.N., 2009).

El objetivo del presente trabajo es realizar una detallada descripción de la morfoanatomía de raíz, tallo y hoja de *S. siegesbeckius*, ya que podría utilizarse como material de mezcla en tés de yacón para aumentar su acción farmacológica o bien podría servir como fuente de genes para lograr, mediante cruzamientos, mejoras en el rendimiento y calidad de los productos obtenidos del yacón.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Vegetal.— Se estudiaron raíces, hojas y tallos de *S. siegesbeckius*. Se seleccionaron, raíces tuberosas, secciones de lámina de hojas maduras ubicadas a la altura media del eje principal y secciones de rizoma y tallo de 2 cm de longitud, tomadas a nivel del segundo entrenudo del eje principal.

Material examinado.— *Smallanthus siegesbeckius*: ARGENTINA. Tucumán. Dep. Yerba Buena: Horco Molle, Centro Universitario Horco Molle (CUHM), 26° 47'S, 65° 19'W, 547 m s.m., 08-IX, 06-XI y 25-XII-2006, M. V. Coll Aráoz; M. I. Mercado y G. I. Ponessa LIL 607376.

MORFOLOGÍA Y MICROSCOPIA

Se fijó el material en FAA (formol, alcohol etílico, ácido acético, agua, 100: 500: 50: 350 ml) para la observación con microscopio óptico (MO) Wild M 20. Se realizaron cortes histológicos a mano alzada y con micrótopo rotativo Minot (cortes de 5 a 25 μ m de espesor). La inclusión en parafina se realizó según Johansen (1940). Se utilizó coloración simple con safranina, metacromática con violeta de cresilo y combinada sucesiva doble safranina- fast green. Las fotografías se obtuvieron con cámara digital Kodak, 5 Megapíxeles, lentes de 5 mm 1:3.6.

La descripción de la arquitectura foliar se realizó según la terminología de Hickey (1974). Para los estudios de venación se realizaron diafanizados empleando la técnica de Dizeo de Strittmatter (1973).

De cada hoja se seleccionaron 30 campos (N = 30) en la porción media de la lámina a 0,5 cm de la vena media, para cuantificar espesores de tejidos, longitud estomática y densidad de estomas por milímetro cuadrado (δ). Índice estomático (IE) = (n° de estomas / n° de estomas + n° de células epidérmicas) x 100. Los parámetros estadísticos, considerados fueron media (\bar{X}) ($\sum Ni$) / N, desvío estándar (SD) = $\sqrt{(Ni - \bar{X})^2 / N - 1}$ y error de muestreo (SE) = SD / \sqrt{N} .

RESULTADOS

HOJA

La hoja de “yarita” es simple, verde-oscura, de brillo perlado y filotaxis opuesta decusada. Presenta lámina entera (23 cm de longitud x 19 cm en la región más ensanchada Fig. 1 B), de textura membranácea, pubescente, simetría triangular deltoidea marcadamente ovada, ápice atenuado agudo recurvado, base truncada a levemente sagitada y margen dentado aguzado. Pecíolo alado de 9-10 cm de longitud, con dos estípulas pequeñas en la base foliar.

La venación primaria es de tipo acródroma basal perfecta, con dos venas muy desarrolladas que se originan en un punto único de posición basal y convergen formando ar-

cos hacia el ápice. Las venas secundarias presentan un patrón camptódromo-broquidódromo, divergen con recorrido curvado en ángulo agudo respecto a las venas principales de mayor orden. Las venas intersecundarias y terciarias presentan un modelo de ramificación transversal.

La hoja es anfiestomática, con estomas anomocíticos de $29,2 (\pm 2,7) \mu\text{m}$ de longitud, frecuentes en la epidermis abaxial ($d = 146 / \text{mm}^2$; $\text{IE} = 14,0$) (Fig. 2 A, B y G). En vista

paradermal exhibe células poligonales con paredes anticlinales levemente sinuosas en la epidermis adaxial a muy sinuosas en la abaxial (Fig. 2 A, B). Cutícula delgada y lisa. En ambas superficies foliares, se observan tricomas glandulares y eglandulares, siendo los primeros escasos en la epidermis adaxial.

Los tricomas eglandulares son uniseriados de 3-9 células, flexuosos y rígidos. Estos últimos presentan base compuesta por 3-8 células dispuestas en roseta (Fig. 2 C, D, E y F).

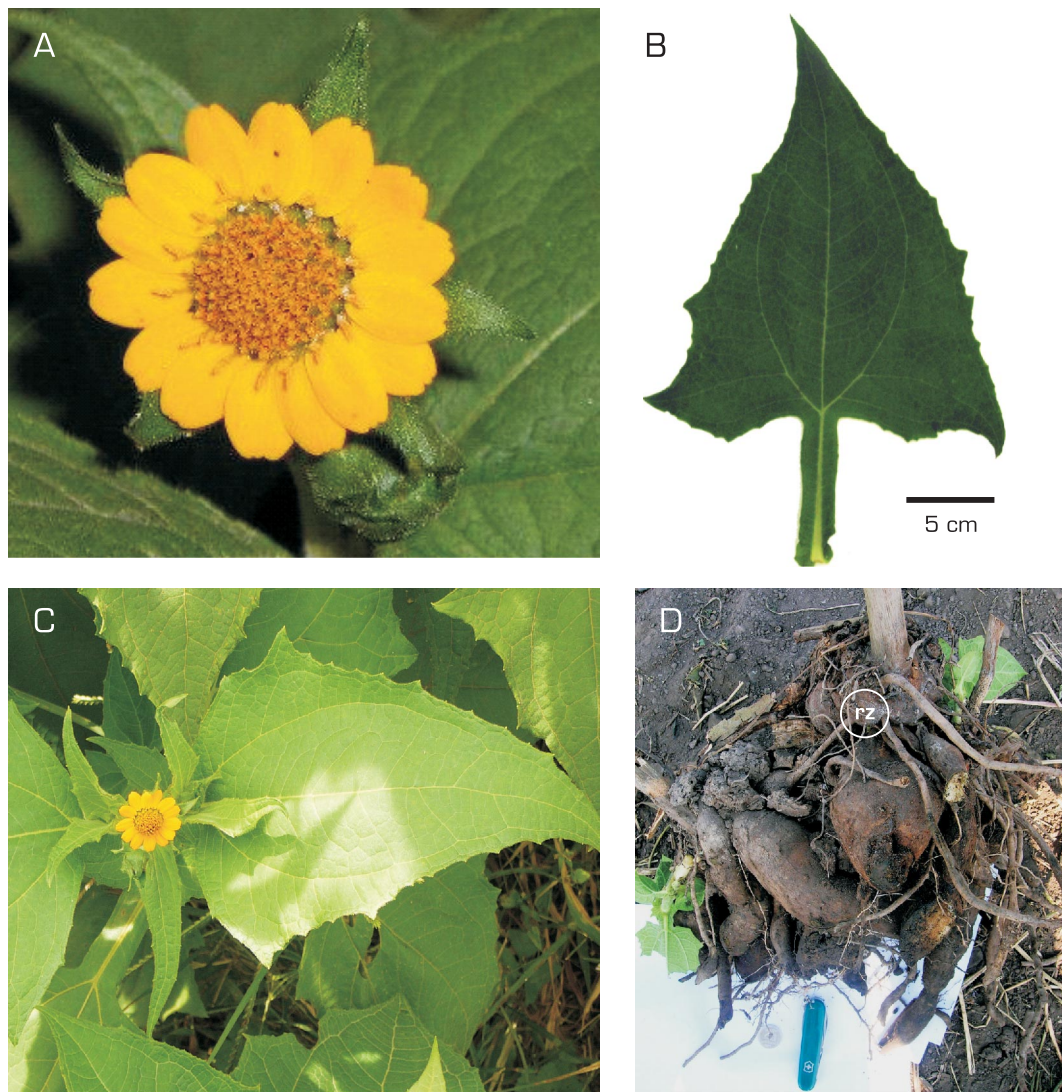


Fig. 1. *Smallanthus siegesbeckius*. Aspecto general de la planta. **A:** Inflorescencia en capitulo. **B:** Detalle de la hoja en vista adaxial. **C:** Aspecto de la planta a campo. **D:** Raíces y rizoma. Abreviatura: rz, rizoma.

Los tricomas glandulares son pluricelares biseriados, su longitud promedio es de 52,6 ($\pm 15,9$) μm , clasificados en cortos 40,3 ($\pm 3,6$) μm y largos 75,7 ($\pm 6,7$) μm . El diáme-

tro a nivel de la cabeza es de 39,5 ($\pm 1,6$) μm . Presentan pie de 5-7 pares de células y cabeza globosa bicelular (Fig. 2 G y 3 E). El producto de secreción es acumulado en el

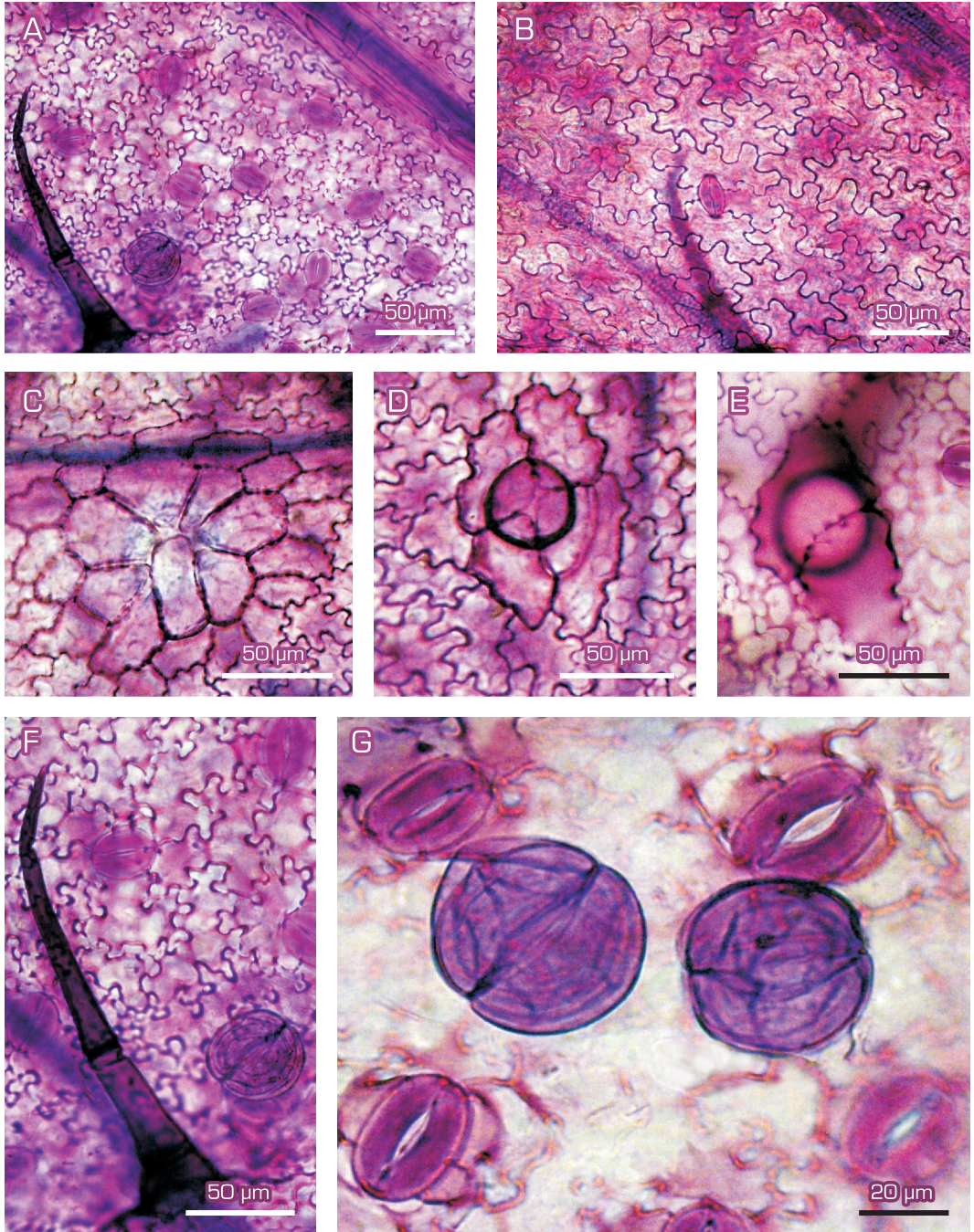


Fig. 2. *Smalanthus siegesbeckius*. Hoja, vista paradermal. **A:** Epidermis abaxial. **B:** Epidermis adaxial. **C, D y E:** Detalle de inserción de tricoma eglandular. **F:** Tricoma eglandular. **G:** Tricomas glandulares biseriados y estomas anomocíticos.

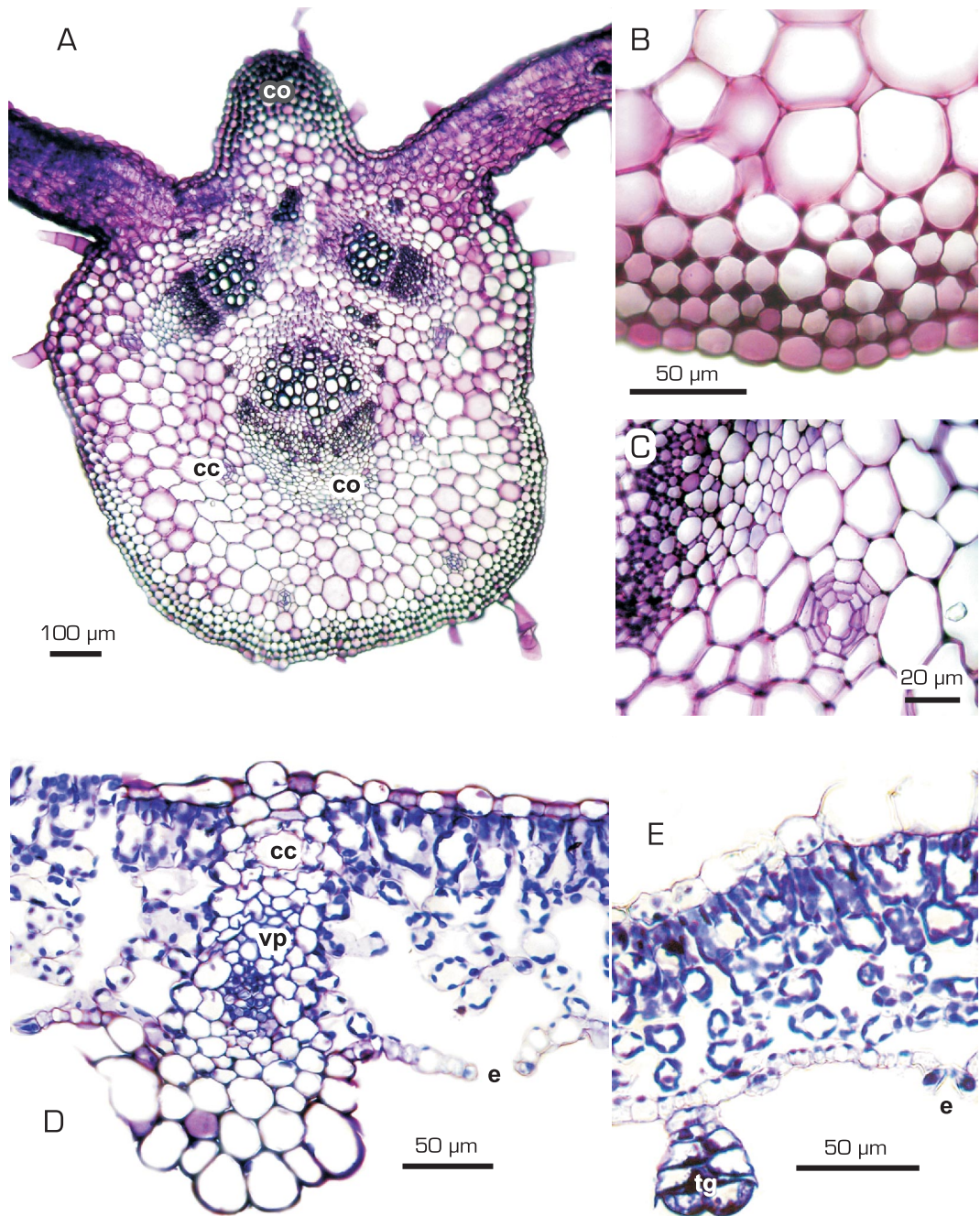


Fig. 3. *Smalanthus siegesbeckius*. Transcorte de hoja. **A:** Transcorte nervio medio. **B:** Detalle de colénquima subepidérmico abaxial del nervio medio. **C:** Detalle de canal secretor esquizógeno. **D:** Transcorte de lámina con haz vascular de segundo orden. **E:** Transcorte de lámina donde se observa tricoma glandular e estoma sobreelevado. Abreviaturas: **co**, colénquima; **vp**, vaina parenquimática; **cc**, canal esquizógeno; **e**, estoma; **tg**, tricoma glandular.

espacio subcuticular, observándose en algunos casos la cutícula distendida.

En transcorte, la nervadura media de contorno biconvexo pubescente, presenta epidermis uniestrada, 2-5 estratos de colénquima angular subepidérmico, de posición adaxial y abaxial (Fig. 3 B), sistema vascular formado por 3-4 haces vasculares colaterales abier-

tos, uno de los cuales se dispone de forma opuesta a los tres restantes. Los haces de mayor tamaño presentan casquetes de colénquima adyacentes al floema, una vaina amilífera rodea los haces (Fig. 3 A). En el parénquima próximo a los haces se observan conductos esquizógenos, tapizados por un epitelio secretor bi o triestrato (Fig. 3 C).

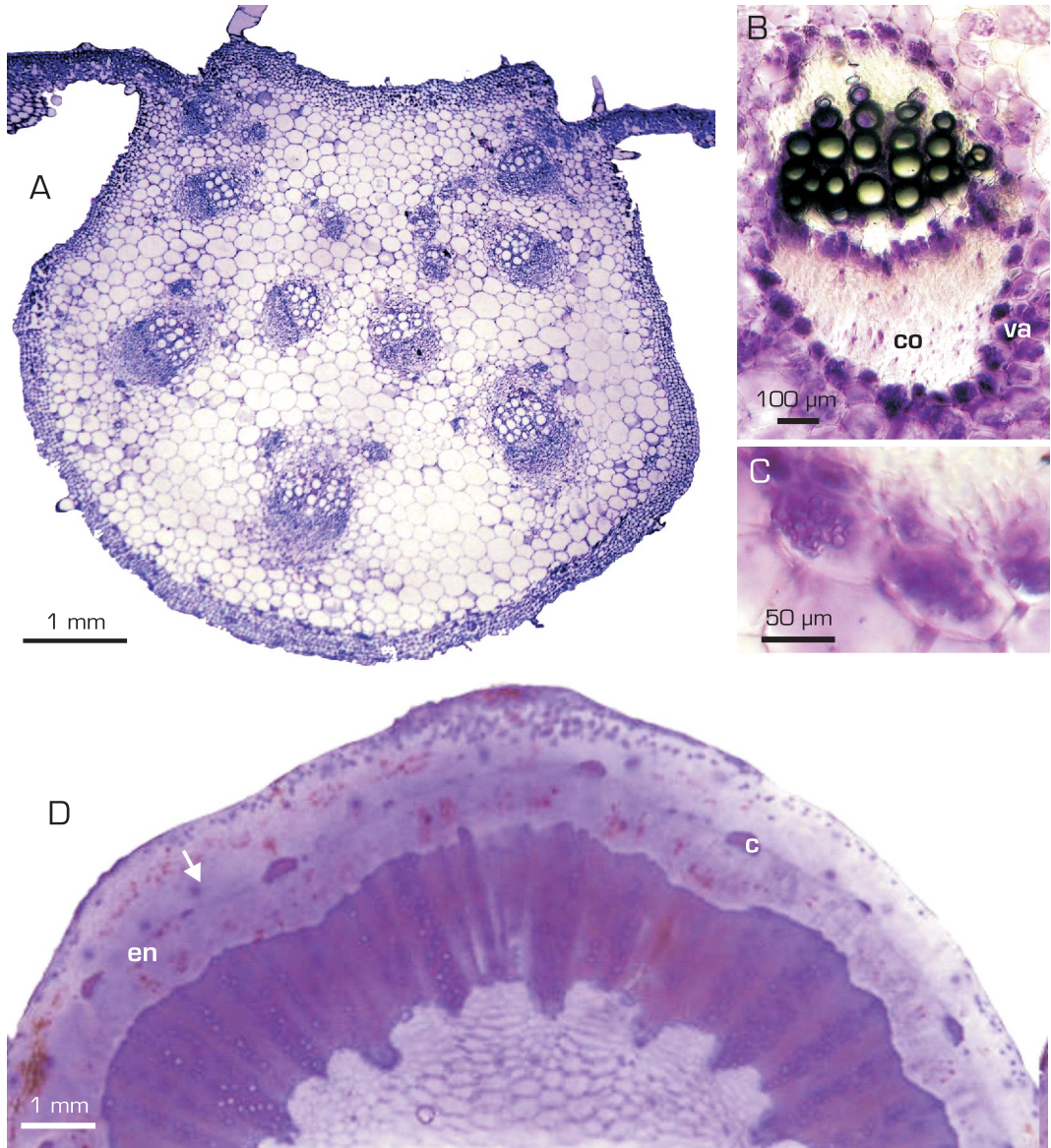


Fig. 4. *Smallanthus siegesbeckius*. **A:** Transcorte de peciolo. **B:** Detalle de haz vascular del peciolo. **C:** Detalle de vaina amilífera del haz vascular del peciolo. **D:** Transcorte de rizoma. Abreviaturas: **co**, colénquima; **va**, vaina amilífera; **en**, endodermis, **c**, casquete de esclerenquima; **flecha**, indica canal secretor esquizógeno.

Las nervaduras secundarias exhiben haces vasculares colaterales con vaina parenquimática que en algunos casos se prolonga en vigas hacia la superficies adaxial y abaxial. Se observan interrumpiendo parcialmente las vigas conductos esquizógenos colindantes al xilema de los haces vasculares (Fig 3 D).

A nivel de la lámina se observa epidermis uniestrata, estomas levemente elevados con amplias cámaras sub-estomáticas. Mesófilo dorsiventral, de empalizada uniestrata y tejido esponjoso laxo. Los espesores de los tejidos presentan alta variabilidad y dispersión de datos (Tabla 1) (Fig. 3 D y E).

En transcorte, el pecíolo subcircular alado presenta tricomas glandulares y eglandulares idénticos a los observados en la lámina foliar, epidermis uniestrata, 4-5 estratos de colénquima angular subepidérmico, 9 haces vasculares colaterales abiertos, dispuestos en dos arcos abiertos hacia la superficie adaxial, todos ellos con vainas amilíferas y casquetes de colénquima angular insipiente adyacente al floema (Fig.4 A, B y C). En el parénquima circundante se observan canales secretores esquizógenos. El ala presenta parénquima clorofiliano y haces menores de iguales características a las observadas en la lámina foliar.

TALLO

El tallo de *S. siegesbeckius* presenta una porción aérea constituida por un número variable de ejes herbáceos y una porción subterránea llamada rizoma o rizóforo la cual porta raíces, fibrosas absorbentes y tuberosas reservantes.

RIZOMA O RIZÓFORO

El rizoma morfológicamente variable, en corte transversal presenta peridermis con lenticelas conspicuas, córtex parenquimático con escasos canales secretores distribuidos irregularmente y elementos de colénquima aislados. El cilindro vascular, constituido por una estela ectofloica con médula parenquimática, se presenta delimitado por endodermis. En el rizoma joven, se observan casquetes de esclerénquima asociados al floema (Fig. 4 D).

EJES CAULINARES AÉREOS

Los ejes caulinares son verdes, pubescentes al comenzar su desarrollo y casi glabros en la madurez. De 0,7 a 1,8 cm de diámetro y 5-7 entrenudos, con hojas de filotaxis opuesta decusada en sus dos tercios superiores e inflorescencias terminales constituidas por racimos de capítulos.

En sección transversal presenta contorno circular subangular, epidermis uniestrata con estomas funcionales y deposición de cutícula gruesa lisa (Fig. 5 A, E y H), numerosos tricomas glandulares pluricelulares biseriados similares a los de las hojas, 129,29 y 257,8 μm de longitud, con pie formado por 4-6 pares de células elongadas y cabeza bicelular, raro tetracelular (Fig. 5 D, E y F), y tricomas eglandulares pluricelulares uniseriados entre 378,5 y 517,4 μm de longitud, en algunos casos con base compuesta por una roseta de 6-8 células o elevados en cojín (Fig. 5 E). Subepidérmicamente se encuentran 7-8 estratos de colénquima laminar/angular y 3-5 estratos de córtex parenquimático clorofiliano (Fig. 5 B, C y E).

Tejido	\bar{x}^a (μm)	SD ^b	SE ^c
Epidermis adaxial	11,29	3,08	0,56
Parénquima en empalizada	39,49	5,63	1,02
Parénquima esponjoso	63,42	9,21	1,60
Epidermis abaxial	10,70	1,74	0,31

Tabla 1. Espesores de tejidos foliares de *Smallanthus siegesbeckius*. Abreviaturas: **a**, \bar{x} media; **b**, **SD** desvío standard; **c**, **SE** error standard.

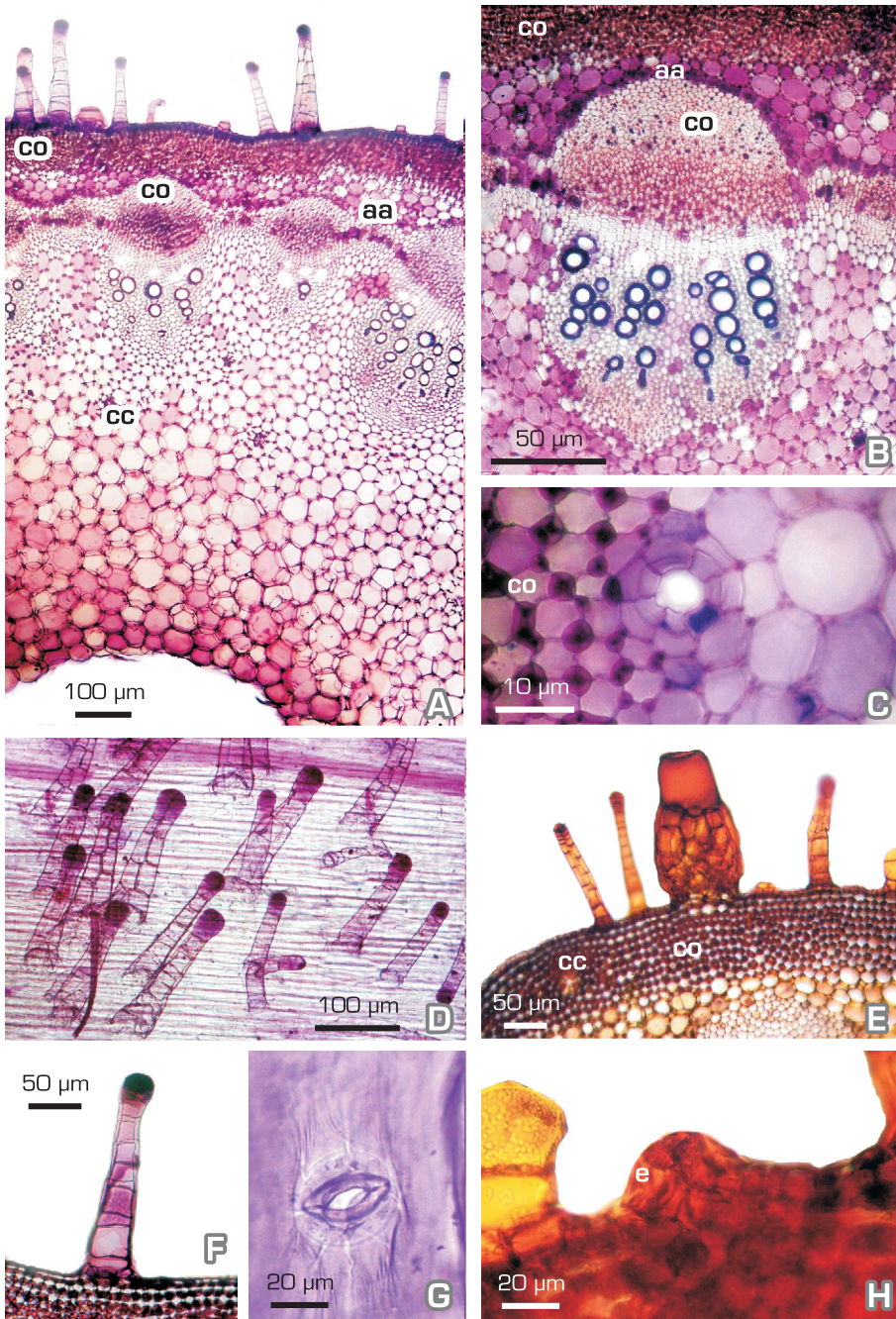


Fig. 5. *Smallanthus siegesbeckius*. Tallo eje aéreo. **A:** Transcorte de tallo. **B:** Detalle de haz vascular donde se observa anillo de parénquima amilífero y casquete de colénquima insípiente. **C:** Detalle del transcorte del eje aéreo donde se observa canal esquizógeno y colénquima angular subepidérmico. **D:** Vista paradermal, epidermis con abundantes tricomas glandulares. **E:** Detalle de tricoma eglandular en cojin. **F:** Detalle de tricoma glandular largo en vista lateral. **G y H:** Detalle de estoma sobreelevado en vista paradermal y transcorte respectivamente. Abreviaturas: **cc**, canal esquizógeno; **co**, colénquima; **aa**, anillo de parénquima amilífero; **e**, estoma.

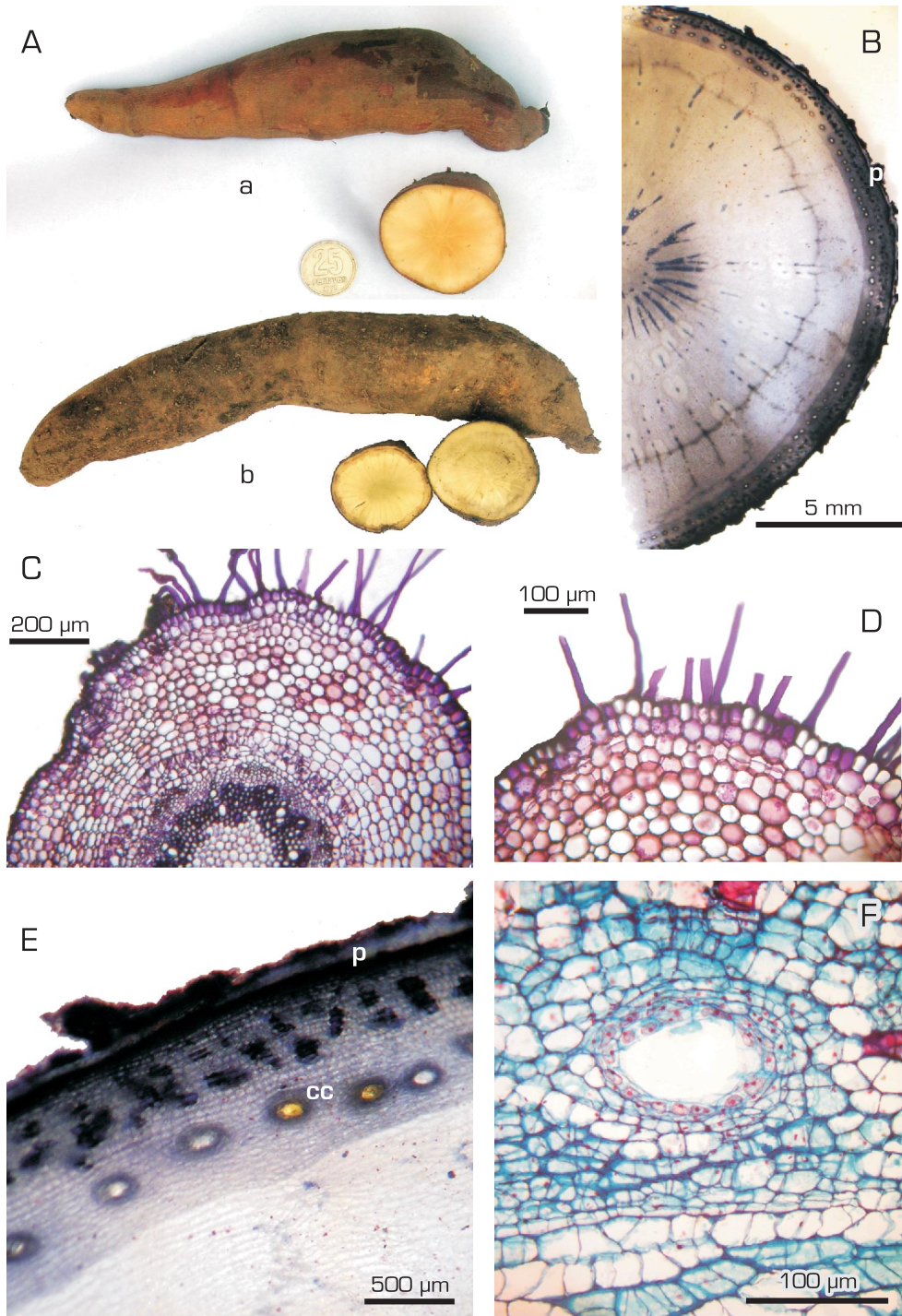


Fig. 6 *Smallanthus siegesbeckii*. Raíz. **A:** (a) Aspecto general de una raíz tuberosa de *S. sonchifolius*; (b) Aspecto de una raíz de *S. siegesbeckii*. **B:** Transcorte de raíz tuberosa de *S. siegesbeckii*. **C:** Transcorte de raíz tuberosa en las primeras etapas de engrosamiento. **D:** Detalle de la epidermis mostrando tricomas radicales. **E:** Detalle de corteza radical. **F:** Canal secretor. Abreviaturas: **p**, peridermis; **cc**, canal esquizógeno.

El sistema vascular es una eustela compuesta por un numerosos haces vasculares colaterales abiertos, delimitados por un anillo de parénquima amilífero (Fig. 5 A y B). Entre los haces vasculares y en el parénquima cortical y medular se observan canales esquizógenos tapizados 2-3 estratos de células secretoras (Fig. 5 C). La médula se presenta centralmente hueca, debido a la lisis del parénquima durante el crecimiento.

En vista paradermal se observan abundantes tricomas glandulares y eglandulares (Fig. 5 D), células epidérmicas poligonales con predominio del eje longitudinal y paredes anticlinales rectas y estomas funcionales sobreelevados (Fig. 5 G).

RAÍZ

Las raíces tuberosas suelen alcanzar hasta 10 cm diámetro por 30 cm o más de longitud (Fig. 6, A). En transcorte presentan peridermis gruesa (131,15 μm de espesor) con numerosos estratos de células aplanadas (Fig. 6 B). En raíces tuberosas jóvenes se observan tricomas radicales (Fig. 6 C y D). El parénquima cortical presenta grupos de fibras, que forman un anillo discontinuo, y conspicuos canales secretores esquizógenos ubicados a 4-7 estratos de células por encima de la endodermis. Los mismos se hallan tapizados por uno o más estratos de epitelio secretor (Fig. 6, E y F). El floema se halla restringido a pequeñas áreas opuesto a los radios de xilema. Se observan numerosos radios parenquimáticos que divergen a partir de la médula, la cual conforma un 10-20% del diámetro total de la raíz.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La morfoanatomía de *S. siegesbeckius* es descrita por primera vez en el presente trabajo. Algunos de los caracteres analizados permiten su identificación inequívoca respecto de otras especies del género.

Los ejes caulinares aéreos de *S. siegesbeckius* se diferencian de otras especies del género estudiadas *S. macroscyphus* y *S. sonchifolius* (Coll Aráoz *et al.*, 2009; Duarte *et al.*, 2008) por exhibir mayor densidad de trico-

mas glandulares con células de pie elongado, presencia esporádica de tricomas glandulares de cabeza tetracelular, tricomas eglandulares en cojín, menor desarrollo de córtex parenquimático, anillo amilífero asociado al sistema vascular y casquetes de colénquima en los haces vasculares a nivel del floema.

Las raíces, aunque similares en aspecto a *S. sonchifolius*, no son tan sabrosas. Se diferencian de este último por presentar mayor cantidad de radios xilemáticos y canales secretores observables a simple vista (Machado *et al.*, 2004). En contraste con lo observado para *S. macroscyphus* (Coll Aráoz *et al.*, 2009), dichos canales se encuentran varios estratos de células por encima de la endodermis.

En raíces tuberosas jóvenes se observan tricomas radicales, un carácter que comparte con *S. macroscyphus* (Coll Aráoz *et al.*, 2009) y otras especies de Asteraceas (Almeida & Chaves, 2001).

A nivel foliar no existen diferencias anatómicas entre las especies del género estudiadas hasta el momento. Sin embargo, algunos caracteres morfológicos como la simetría triangular deltoidea marcadamente ovada y el ápice atenuado agudo recurvado, son de utilidad para la identificación de la misma (Mercado *et al.*, 2006; Duarte *et al.*, 2008).

BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, D. P. & A. L. F. Chaves. 2001. Morfo-anatomía de espécie *Chrysanthemum leucanthemum* (Asteraceae). Revista de Biología e Ciências da Terra 1 (2): 1-8.
- Aybar, M. J.; A. N. Sánchez Riera; A. Grau. & S. S. Sánchez. 2001. Hypoglycemic effect of the water extract of *Smallanthus sonchifolius* (yacón) leaves in normal and diabetic rats. Journal of Ethnopharmacology 74: 125-132.
- Block, L. C., A. R. S. Santos; M. M. Souza; C. Scheidt; R. A. Yunes; M. A. Santos; F. D. Monache & V. Cechinel-Filho. 1998. Chemical and pharmacological examination of antinociceptive constituents of *Wedelia paludosa*. J. Ethnopharmacol. 61: 85-87.
- Bresciani, L. F. V.; R. A. Yunes; C. Burger; L. E. Oliveira; K. L. Bóf & V. Cechinel-Filho. 2004. Z. Naturforsch., C: J. Biosci., 59C, 229-230.

- Coll Aráoz, M. V.; M. I. Mercado; G. I. Ponessa & A. Grau. 2009. Morfología y anatomía foliar, caulinar y radical de *Smallanthus macroscyphus* (Asteraceae). Lilloa 45 (1-2): 23-33.
- Coll Aráoz, M. V.; M. I. Mercado; G. I. Ponessa; A. Grau & C. A. N. Catalán. 2008. Derivados del ácido ent-carénico en la corteza de raíz de *Smallanthus siegesbeckius* (Heliantheae, Asteraceae). XVII Congreso Argentino de Guímico. Libro de resúmenes, soporte electrónico.
- Costa-Lotufo, L. V.; G. M. A. Cunha; P. A. M. Farias; G. S. B. Viana; K. M. A. Cunha; C. Pessoa; M. O. Moraes; E. R. Silveira; N. V. Gramosa & V. S. N. Rao. 2002. The cytotoxic and embryotoxic effects of kaurenoic acid, a diterpene isolated from *Copaifera langsdorffii*. *Toxicol* 40 (8): 1231-1234.
- Cunha, K. M. A.; L. A. Paiva; F. A. Santos; N. V. Gramosa; E. R. Silveira & V. S. Rao. 2003. Smooth muscle relaxant effect of kaurenoic acid, a diterpene from *Copaifera langsdorffii* on rat uterus in vitro. *Phytother. Res.* 17 (4): 320-324.
- Dizeo de Strittmatter, C.G. 1973. Nueva técnica de diafanización. *Bol. Soc. Argent. de Bot.* 15 (1): 126-129.
- Duarte, M. R.; S. Wolf & B. G. Paula. 2008. *Smallanthus sonchifolius* (Poepp.) H. Rob. (yacón): identificação microscópica de folha e caule para o controle de qualidade farmacognóstico. *Brazilian Jour. of Pharm. Sc.* 44 (1): 157-164.
- Genta S.; W. M. Cabrera; A. Grau & S. S. Sanchez. 2005. Subchronic 4-month oral toxicity study of dried *Smallanthus sonchifolius* (yacón) roots as a diet supplement in rats. *Food and Chemical Toxicol.* 43: 1657-1665.
- Ghisalberti, E. L. 1997. The biological activity of naturally occurring kaurane diterpenes. *Fitoterapia*, 68: 303-325.
- Grau, A. & J. Rea. 1997. Yacón - *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson: 199-242. En *Andean roots and tubers: ahípa, arracacha, maca and yacón*. Hermann, M. and Heller, J. editors. IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute). Gatersleben, Germany.
- Hickey, L. J. 1974. Clasificación de la arquitectura de las hojas de Dicotiledóneas. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 16: 1-26.
- Johansen, D. A. 1940. *Plant Microtechnique*. McGraw Hill Book Co. New York:523.
- Machado, S. R.; D. M. T. Oliveira; M. R. Dip & N. L. Menezes. 2004. Morfoanatomía do sistema subterrâneo de *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson (Asteraceae). *Revista Brasil. Bot.* 27 (1): 115-123.
- Mercado, M. I.; G. I. Ponessa & A. Grau. 2006. Morfología y anatomía foliar de yacón, *Smallanthus sonchifolius* (Asteraceae), con fines de control de calidad. *Acta Farm. Bonaerense*. 25 (4): 526-532.
- Seminario, J.; M. Valderrama & I. Manrique. 2003. El yacón: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio: 60. Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), Lima. Perú.
- Simonovska B.; I. Vovk I.; S. Andresek; K. Valentová & J. Ulrichová. 2003. Investigation of phenolic acids in yacón (*Smallanthus sonchifolius*) leaves and tubers. *J. Chromatogr. A*. 1016 (1): 89-98.
- Takenaka, M.; X. Yan; H. Ono; M. Yoshida; T. Nagata & T. Nakanishi. 2003. Caffeic acid derivatives in the roots of yacón (*Smallanthus sonchifolius*). *J. Agric. Food Chem.* 51: 793-796.
- Yan, X.; S. Masahiro; M. Ohnishi-Kamayama; Y. Sada; T. Nakanishi & Y. Nagata. 1999. Extraction and identification of antioxidants in the roots of yacón (*Smallanthus sonchifolius*). *J. Agric. Food Chem.* 47: 4711-4713.