

## Té de hojas de Yacón, *Smallanthus sonchifolius* (Asteraceae). Un estudio anatómico

Mercado, María Inés<sup>1</sup>; Graciela Inés Ponessa<sup>1</sup> y Alfredo Grau<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fundación Miguel Lillo, Instituto de Morfología Vegetal. Miguel Lillo 251, (4000) Tucumán, Argentina.

<sup>2</sup> Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de las Yungas (LIEY). E-mail: mainesmer@yahoo.com.ar

**RESUMEN** — Mercado, María Inés; Graciela Inés Ponessa y Alfredo Grau, 2006. "Té de hojas de Yacón, *Smallanthus sonchifolius* (Asteraceae). Un estudio anatómico". *Lilloa* 43 (1-2). *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. y Endl.) H. Robinson (Asteraceae, Heliantheae), conocida vulgarmente como yacón, es una planta herbácea, perenne, cultivada tradicionalmente en los Andes y difundida en el mundo por sus propiedades alimenticias, dietéticas y medicinales. Sus hojas son empleadas en la preparación de infusiones medicinales a las que se les atribuyen propiedades hipoglucemiantes y antioxidantes. En el presente trabajo se determinan caracteres anatómicos de valor diagnóstico en hojas de té de yacón provenientes de Capão Bonito (San Pablo, Brasil). Los caracteres de valor diagnóstico coincidentes entre las hojas de la planta de yacón validada taxonomicamente y la muestra de té son: células epidérmicas de paredes anticlinales sinuosas a muy sinuosas en epidermis adaxial y abaxial respectivamente, estomas anomocíticos sobreelevados, tricomas glandulares pluricelulares biseriados y eglandulares pluricelulares uniseriados flexuosos y rígidos, presencia de conductos esquizógenos, células características en forma de H en el parénquima en empalizada del mesófilo y tejido esponjoso compacto con contenido lipídico.

**PALABRAS CLAVE:** Anatomía, Asteraceae, Foliar, *Smallanthus*, Yacón.

**ABSTRACT** — Mercado, María Inés; Graciela Inés Ponessa y Alfredo Grau, 2006. "Anatomy of Yacón leaves tea, *Smallanthus sonchifolius* (Asteraceae)". *Lilloa* 43 (1-2). *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson (Asteraceae, Heliantheae), known as yacón, is a herbaceous, perennial plant, traditionally cultivated in the Andes, recently extended to the world. Yacón leaves has been used in infusions by their hypoglycemic and antioxidant properties. The present research identified the following anatomic features with diagnostic value in yacón tea samples from Capão Bonito (San Pablo, Brasil) anomocytic stomata, epidermal cells with sinuous (adaxial) to very sinuous (abaxial) anticlinal walls, glandular and eglandular trichomes, secretory cavities, mesophyll with palisade H-shaped cells and lipid.

**KEYWORDS:** Anatomy, Asteraceae, Foliar, *Smallanthus*, Yacón.

### INTRODUCCIÓN

*Smallanthus sonchifolius* (Poeppig y Endlicher) H. Robinson (Asteraceae, tribu Heliantheae), conocido popularmente como "yacón" (Fig. 1), es una especie originaria de Bolivia y Perú, cultivada por sus raíces tuberosas en la región Andina, desde Colombia hasta el Noroeste Argentino (Grau y Rea, 1997). Hace unos años fue introducido con éxito en el mercado Europeo, Nueva Zelanda, Japón, USA y Brasil (Grau, 1993; Schorr y Da Costa, 2005), actualmente se desarrolla una industria creciente del cultivo de yacón debido a sus propiedades dietéticas y medicinales.

Sus raíces, cuyo principal producto de reserva son fructooligosacáridos (FOS), constituyen un alimento dietético funcional ya que no elevan el nivel de glucosa en sangre, presentan propiedades prebióticas y actúan como fibra dietaria, siendo

consideradas un alimento recomendable para personas diabéticas y con sobrepeso (Seminario *et al.* 2003; Manrique y Herman, 2003).

El uso de hojas secas de yacón en la preparación de infusiones medicinales para combatir la diabetes tipo II, se inicio recientemente en Japón, extendiéndose luego al resto del mundo (Kakihara *et al.*, 1996). Se ha demostrado que el extracto acuoso preparado con hojas secas de yacón produce efecto hipoglucemiante en ratas normales y diabéticas (Aybar *et al.*, 2001) y la reducción de la producción de glucosa en hepatocitos (Valentova y Ulrichova, 2003). De las hojas de *S. sonchifolius* se aislaron compuestos de naturaleza sesquiterpénica, entre ellos un compuesto llamado enhydrina, que presenta actividad antiinflamatoria (Hwang *et al.*, 1996), antifúngica y antimicrobiana

(Inoue *et al.* 1995), y es también un agente antidiabético patentado en formulaciones farmacéuticas Japonesas (Kawahima *et al.* 2001), aunque no existe información científica que compruebe experimentalmente esta última afirmación. Además se han aislado de las hojas de yacón aceites esenciales (Adam *et al.*, 2005), flavonoides, compuestos fenólicos antioxidantes (Simonovska *et al.*, 2003) y trazas de FOS (Grau y Kortsarz, 2001).

En el Noroeste Argentino (NOA) esta especie se cultiva en Barcena (Jujuy) y en los Yacones (Salta). Las hojas secas y fragmentadas se comercializan en el mercado informal, recomendadas para personas diabéticas (Grau 1997; Seminario, 2003). Existen escasas referencias respecto a la anatomía de esta especie (Vignale y Gurni, 2004, 2005; Horta, 2000).

El objetivo del presente trabajo es realizar una caracterización anatómica del material fragmentado de hojas secas de yacón tal como se comercializa, en forma industrial en Brasil y Japón y en nuestro país en forma artesanal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Material Vegetal.**— Se estudiaron muestras de té de hojas secas de *S. sonchifolius* proveniente de Capao Bonito, San Pablo, Brasil, en forma comparativa con material herborizado debidamente determinado, perteneciente al Herbario de la *Fundación Miguel Lillo* (LIL) Exiccata: *S. sonchifolius* Argentina, Prov. Tucumán. Dpto. Yerba Buena, 03-01-05, Mercado y Ponessa s/nº (LIL 607173, 607174, 607175, 607176).

**Microscopía.**— Se realizaron diafanizados empleando la técnica de Dizeo de Strittmatter (1973) y disociados con hidróxido de sodio al 5% de acuerdo a Schulze (1911). Para la observación en microscopio óptico se utilizó un microscopio Wild M 20 con ocular micrométrico adosado. Se realizaron cortes histológicos a mano alzada de material rehidratado mediante hervor en agua con detergente. Se utilizó coloración simple con safranina o violeta de cresilo. Se efectuaron pruebas histo-

	IE <sup>a</sup>	Longitud estomática $\bar{x}$ <sup>b</sup>	SD <sup>c</sup>	SE <sup>d</sup>
Epidermis adaxial	1,71			
Epidermis abaxial	18,25	28,60 (24,36-33,69) $\mu\text{m}$	2,99	0,47

**Tabla 1.** Longitud e índice estomático de *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson. Abreviaturas: a) IE índice estomático; b)  $\bar{x}$  media; c) SD desvío estándar; d) SE error estándar.

Espesor de Tejido	$\bar{x}$ <sup>a</sup>	SD <sup>b</sup>	SE <sup>c</sup>
Epidermis adaxial	11,35 (08,93-17,66) $\mu\text{m}$	2,62	0,58
Parénquima en empalizada	54,95 (20,90-77,95) $\mu\text{m}$	1,82	0,40
Parénquima esponjoso	69,97 (46,69-93,89) $\mu\text{m}$	14,00	3,13
Epidermis abaxial	10,94 (07,91-14,81) $\mu\text{m}$	13,68	3,05

**Tabla 2.** Espesores de tejidos foliares de *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson. Abreviaturas: a)  $\bar{x}$  media; b) SD desvío estándar; c) SE error estándar.

Tricomas	Densidad epidermis adaxial (por unidad de campo = 1,610 mm <sup>2</sup> )	Densidad epidermis abaxial (por unidad de campo = 1,610 mm <sup>2</sup> )
Glandular	2 (0-3)	19,9 (16-25)
Eglandular	26,54 (23-33)	86,90 (65-98)

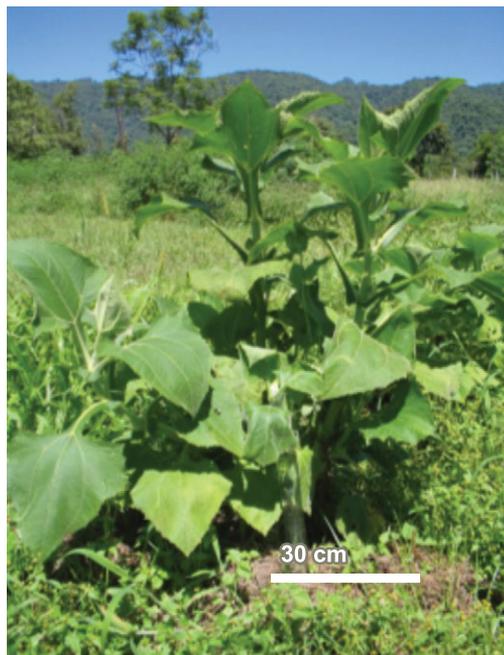
**Tabla 3.** Densidad de *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson.

químicas con sudán III y IV para lípidos (D'Ambrogio de Argüeso, 1986). Las fotografías se obtuvieron con cámara digital Canon PowerShot A 310, 3.2 Megapíxeles, lentes de 5 mm 1:3.6. Los parámetros cuantificados fueron; espesores de tejidos, longitud estomática, densidad de tricomas glandulares (DEG) y eglandulares (DEE) [DEG o DEE = (N° de tricomas glandulares o eglandulares)/ Unidad de campo] e índice estomático (IE) = [(N° de estomas/ N° de células epidérmicas + N° de estomas) x 100]. Los parámetros estadísticos considerados fueron media ( $\bar{x}$ ), desvío estándar (SD) y error estándar (SE).

## RESULTADOS

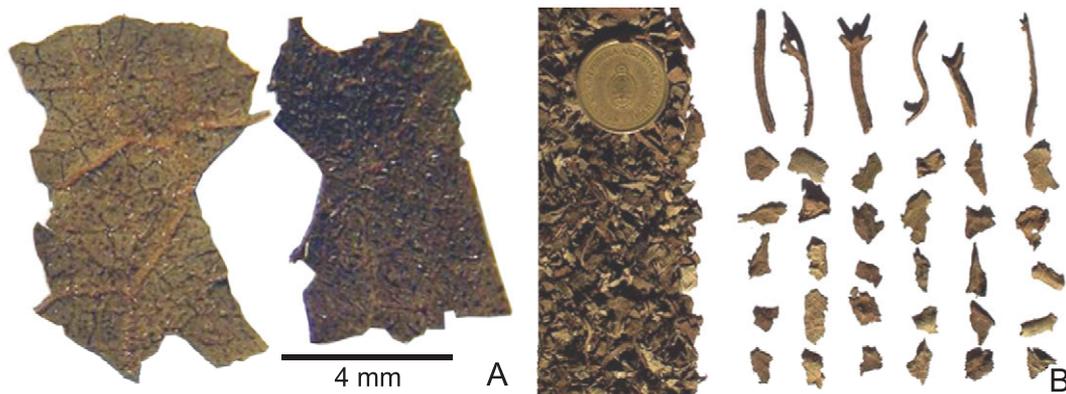
*Caracteres macroscópicos.*— El material seco consta de fragmentos coriáceos pubescentes de hojas y nervaduras, color verde oscuro en el haz a verde amarillento en el envés (Fig. 2 a y b). El olor es suave herbáceo y el sabor ligeramente amargo atribuido a las lactonas sesquiterpénicas exudadas por los tricomas glandulares a la superficie foliar.

*Caracteres microscópicos en vista superficial.*— El material disociado exhibe fragmentos de ambas epidermis. En vista superficial presenta células irregulares de paredes anticlinales levemente sinuosas a muy sinuosas en las epidermis adaxial y



**Figura 1.** Aspecto general de *Smalanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson.

abaxial, respectivamente (Figs. 3 a y b), en ambos casos se observan cutícula lisa y estomas anomocíticos levemente sobre-elevados (Figs. 3 b y 5 a), presentes en mayor número en la epidermis abaxial (Tabla 1). Se observan tricomas glandulares y eglandulares. Los tricomas glandulares son pluricelulares, con pie biseriado de 5 a 6 pares de células (en algunos casos el primer par se halla elongado) y



**Figura 2.** Fragmentos de hojas de *Smalanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson, tal como se comercializan en forma de té. **A:** detalle de fragmentos de lámina. **B:** fragmentos de hoja, haz vascular y pecíolos.

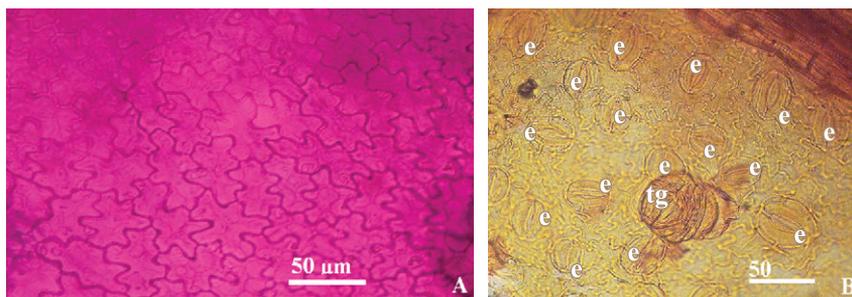


Fig. 3

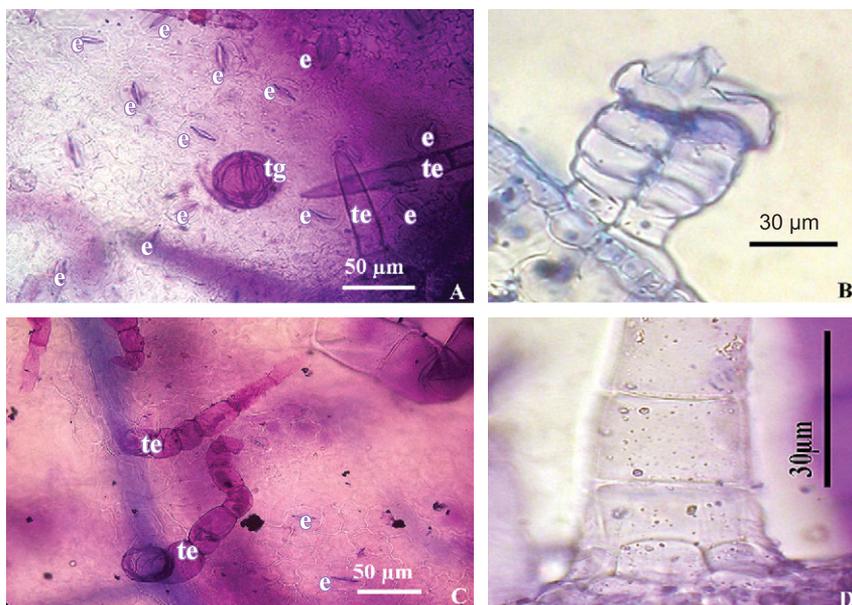


Fig. 4

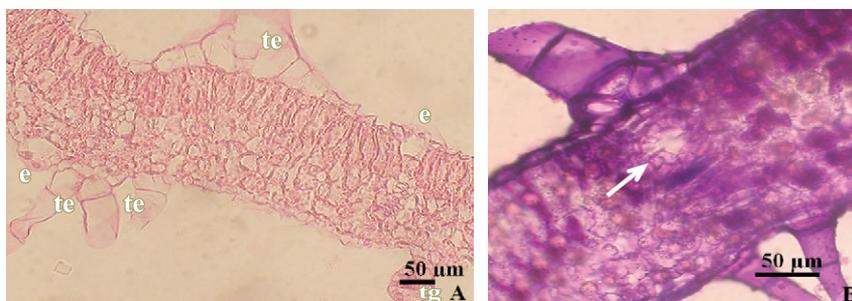


Fig. 5

**Figura 3.** *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson. Material disociado, fragmentos epidérmicos. **A:** epidermis adaxial. **B:** epidermis abaxial. Abreviaturas: **e**, estoma; **tg**, tricoma glandular.

**Figura 4.** Tricomas foliares de *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson. **A:** detalle de tricoma glandular en vista paradermal. **B:** detalle de tricoma glandular en transcorde. **C:** Tricomas eglandulares flexuosos. **D:** Detalle de células basales en roseta de un tricoma eglandular rígido. Abreviaturas: **e**, estoma; **tg**, tricoma glandular; **te**, tricoma eglandular.

**Figura 5.** *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson. Corte transversal de hoja. **A:** aspecto general. **B:** detalle de canal esquizogeno entre células del clorénquima en empalizada. Abreviaturas: **e**, estoma.; **te**, tricoma eglandular.; **tg**, tricoma glandular; flecha indica canal esquizogeno.

cabeza globosa bicelular (Figs. 4 a y b). Los tricomas eglandulares son pluricelulares uniseriados. Los mismos se clasifican en flexuosos sin células basales (Figs. 4 c y d) y rígidos cuya base está compuesta por un conjunto de 2-8 células en roseta. Presentan un tamaño que varía entre 3 y 7 células de longitud, los mayores se encontraron en la epidermis adaxial.

*Caracteres microscópicos en corte transversal.*— La lámina en transcorte es anfistomática, con estomas levemente sobre-elevados y con cámara subestomática. El mesófilo es dorsiventral, compuesto por 1-2 estratos de células clorenquimáticas en empalizada y algunas células en forma de letra Y o H (Fig. 5 a). El tejido esponjoso es compacto con escasos espacios intercelulares. Canales esquizógenos se hallan presentes (Fig. 5 b).

Los haces vasculares son colaterales con una vaina y extensión parenquimática hacia la epidermis abaxial, en la proximidad del floema y dentro del mismo se observan conductos secretores esquizógenos. Los espesores de los distintos tejidos y la densidad de los tricomas glandulares presentan una amplia variabilidad y dispersión de datos (Tabla 2 y 3). Las células del parénquima en empalizada como las del esponjoso presentan esferas refringentes de naturaleza lipídica, positivas al test histoquímico de Sudan III y IV.

Se intentó realizar transcortes de fragmentos de nervaduras, los que colapsaron al momento del corte, permitiendo reconocer sólo material disgregado de vasos xilemáticos anillados, que no poseen valor para la identificación de la especie.

#### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los caracteres considerados de valor para la determinación de hojas secas trituradas de *S. sonchifolius* son, la presencia de tricomas eglandulares flexuosos y rígidos con una base formada por células epidérmicas en roseta, en acuerdo con Vignale y Gurni (2004, 2005). Tricomas glandulares pluricelulares de pie biseriado

y cabeza globosa bicelular que Vignale y Gurni (2004, 2005) describieron como sésiles, no poseen valor diagnóstico ya que se hallan ampliamente distribuidos dentro de la familia de las Asteraceae. En este trabajo se describen por primera vez la presencia de células con forma de H e Y del parénquima en empalizada y la presencia de conductos secretores esquizógenos a nivel del floema en los haces vasculares y en el parénquima en empalizada del mesófilo. No se observaron tricomas glandulares pluricelulares de pie uniseriado y cabeza tetracelular descritos por Horta (2000). Pensamos que no debería descartarse la idea de que al menos parte de los compuestos responsables de la actividad hipoglucemiante estén presentes en las sustancias almacenadas en los tricomas y canales esquizógenos de los tejidos foliares descritos por primera vez en este trabajo, y sería un gran aporte el estudio del perfil químico de los mismos, necesario para complementar el control de calidad de esta especie en su etapa de comercialización.

*Agradecimientos.*— A la Fundación Miguel Lillo, Área Botánica (Instituto de Morfología Vegetal), por su apoyo incondicional, a la Sra. Directora del Área Botánica de la F.M.L. Lic. Ana M. Frías de Fernández.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Adam, M.; M. Juklová; T. Bajer; A. Eisner & K. Ventura (2005). Comparison of three different solid-phase microextraction fibres for analysis of essential oils in yacon (*Smallanthus sonchifolius*) leaves. *Journal of Chromatography A*, 1084: 2-6.
- Aybar, M. J.; A. N. Sánchez Riera; A. Grau & S. Sánchez. 2001. Hypoglycemic effect of the water extract of *Smallanthus sonchifolius* (yacon) leaves in normal and diabetic rats. *J. Ethnopharmacol.* 74: 125-32.
- D'Amrogio de Argüeso, A. 1986. "Manual de Técnicas de Histología Vegetal". Edit. Hemisferio Sur S.A., Bs As. Arg. Págs. 1-83.
- Dizeo de Strittmatter, C. 1973. *Bol. Soc. Arg. de Bot.* 15(1): 126-129.
- Grau A. 1993. "Yacon: A highly productive root crop". New plants dossier 9. Crop & Food Research Institute Internal Report, Biodiversity Programme, Invermay, New Zealand.
- Grau, A. & J. Rea. 1997. "Yacon, *Smallanthus sonchifolius*. Andean roots and tubers: Ahipa,

- arracacha, maca and yacón". Edit C.I.P., IPK e IPGRI. Págs. 199-242.
- Grau, A & A. M. Kortsarz. 2001. El retorno del yacón. *Rev. Ciencia Hoy* 11 (63): 24-32.
- Horta, A. 2000. "Variaciones Morfológicas y Fisiológicas de *Smallanthus sonchifolius* (Asteraceae) bajo Tratamientos de Sol, Sombra y Raleo". Trabajo final, Curso de entrenamiento de Lic. en Cs. Biológ. Orientación Bot. Fac. de Cs. Nat. e Inst. Miguel Lillo. UNT. Argentina. Págs 1-60.
- Hwang, D.; N. H. Fischer; B. C. Jang; H. Tak; J. K. Kim & W. Lee. 1996. Inhibition of the expression of inducible cyclo-oxygenase and pro-inflammatory cytokines by sesquiterpene lactones in macrophages correlates with the inhibition of MAP kinases. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 226: 810-818.
- Inoue, A.; S. Tamogami; H. Kato; Y. Nakazato; M. Akiyama; O. Kodama; T. Akatsuka & Y. Hashidoko. 1995. Antifungal melampolides from leaf extracts of *Smallanthus sonchifolius*. *Phytochem.*, 39 (4): 845-8.
- Kakahara, T. S.; F. L. A. Cámara; S. M. C. Vilhena & L. Riera. 1996. "Cultivo e industrializacao de yacon: uma experincia brasileira". Resumos I Congreso Latino Americano de Raíces Tropicais. CERAT-ENESP, Sao Pedro, Brasil.
- Kawashima, S.; M. Sakato; S. Terada; Y. Koide; M. Tanaka & M. Ko. 2001. "Anti-diabetic agents containing lactones. Jpn Kokai Tokkyo Koho, Patent no. JP 2001247461".
- Manrique, I. & M. Hermann. 2003. "El potencial del yacón en la salud y la nutrición". XI Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Cochabamba. Bolivia. Págs. 1-5.
- Schorr, K. & F. B. Da Costa (2005). Quantitative Determination of Enhydrin in Leaf Rinse Extracts and in Glandular Trichomes of *Smallanthus sonchifolius* (Asteraceae) by Reversed-phase High-performance Liquid Chromatography. *Phytochem. Anal.* 16, 161-5.
- Schulze, W. (1911). "Die Oxydasereaktion an Gewebsschnitten". Zeigler's Beitr. XLV. Weitere Mitteilungen ueber oxidasereaktion. Munch. Med. Woch. Págs. 1-2171.
- Seminario, J.; M. Valderrama & I. Manrique. 2003. "El yacón: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio". Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la cooperación (COSUDE), Lima. Perú. Págs. 1-61.
- Simonovska B.; Vovk I.; Samo A.; Valentona K. & Ulrichova J. (2003). Investigation of phenolic acids in yacon (*Smallanthus sonchifolius*) leaves and tubers. *Journals of Chromatography A*, 1016: 89-98.
- Valentova, K. & J. Ulrichova (2003). *Smallanthus sonchifolius* and *Lepidium meyenii*, prospective Andean crops for the prevention of chronic diseases. *Biomed papers* 147 (2), 119-30.
- Vignale, N. D. & A. A. Gurni (2004). "Identificación micrográfica de hojas de *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson (Asteraceae)". VIII Simposio Argentino, XI Simposio Latinoamericano de Farmacobotánica. Facultad de Farmacia y Bioquímica, Bs. As., Argentina. Soporte magnético.
- Vignale, D. N. & A. A. Gurni (2005). Identificación de hojas de *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson (Asteraceae). *Acta Farm. Bonaerense* 24 (1): 96-8.