

## Arquitectura y morfoanatomía foliar y caulinar de *Zuccagnia punctata* (Fabaceae). Histolocalización de compuestos bioactivos

Mercado, María I.<sup>1\*</sup>; Ana I. Ruiz<sup>1</sup>; Irina C. Zampini<sup>2,3,4</sup>; Gabriela Nuño<sup>2</sup>; Soledad Cuello<sup>2</sup>; María I. Isla<sup>2,3,4</sup>; Graciela I. Ponessa<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> INQUINOA (CONICET).

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Naturales e IML.

<sup>4</sup> Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia, Universidad Nacional de Tucumán. Ayacucho 471, (T4000INI) San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.

\* Corresponding autor: mainesmer@yahoo.com.ar

► **Resumen** — Mercado, María I.; Ana I. Ruiz; Irina C. Zampini; Gabriela Nuño; Soledad Cuello; María I. Isla; Graciela I. Ponessa. 2013. "Morfoanatomía foliar y caulinar de *Zuccagnia punctata* (Fabaceae)". *Lilloa* 50 (2). *Zuccagnia punctata* Cav. (Fabaceae, Caesalpinioideae), comúnmente denominada jarilla macho, es una especie endémica de Argentina, característica de la flora xerófila de la Provincia Biogeográfica del Monte. Resulta una especie de interés medicinal ya que sus partes aéreas, usadas en medicina popular, presentan actividad antioxidante, antiulcerosa, antifúngica y antimicrobiana frente a bacterias patógenas humanas multiresistentes. Dado que se registran escasos estudios morfológicos y anatómicos de esta promisoriosa especie, el objetivo del presente trabajo es realizar la descripción de sus partes aéreas apuntando a una histolocalización de los tejidos encargados de la síntesis de compuestos bioactivos. Se realizaron técnicas de anatomía vegetal y pruebas histoquímicas. *Z. punctata* presenta hojas pseudo-paripinnadas, folíolos nanófilos subopuestos, acuminados, de base redondeada y márgenes enteros. Venación de tipo pinnada camptódroma broquidódroma con vena primaria masiva, estructura anatómica claramente adaptada a ambientes xerófitos, folíolo isolateral, anfistomático, con aparato estomático ciclocítico, células epidérmicas de paredes rectas, cutícula gruesa, tricomas glandulares capitados ubicados en criptas de ambas superficies epidérmicas y tricomas eglandulares unicelulares o bicelulares uniseriados articulados en el margen foliar. El nervio medio está formado por un único haz colateral cerrado con casquete de esclerenquima a nivel de floema. El tallo presenta una eustela con fuerte desarrollo de fibras durante el crecimiento secundario. Tanto en tallo como en hoja se observan idioblastos con drusas a nivel del mesófilo y floema. La tinción específica con vainillín sulfúrico revela que tanto el mesófilo como los tricomas glandulares se hallan comprometidos en la producción de compuestos fenólicos y terpénicos.

**Palabras clave:** Arquitectura foliar, histolocalización, morfoanatomía, *Zuccagnia punctata*.

► **Abstract** — Mercado, María I.; Ana I. Ruiz; Irina C. Zampini; Gabriela Nuño; Soledad Cuello; María I. Isla; Graciela I. Ponessa. 2013. "Foliar architecture and caulinar morphoanatomy of *Zuccagnia punctata* (Fabaceae). Histolocalization of bioactive compounds". *Lilloa* 50 (2). *Zuccagnia punctata* Cav. (Fabaceae, Caesalpinioideae), commonly known as "jarilla macho", is an endemic species distributed in Argentina, in the xerophytic phytogeographical province of Monte. It has been used extensively as a traditional medicine and has been reported to have activity as antioxidant, antiulcer, antifungal and antimicrobial against multiresistant human pathogenic bacteria. The data of the morphology and anatomy of this species is limited, for this reason the aim of this study was to describe the aerial parts, with special attention to the histolocalization of bioactive compounds. Conventional anatomy and histochemistry techniques were performed. *Z. punctata* shows pseudo-paripinnate leaves; leaflets subopposite, nanophyll, acuminate apex, base rounded and margin entire. Venation is pinnate, camptodromous, brochidodromous with massive primary vein. Anatomical features clearly presents xerophytic adaptations, isolateral, amphistomatic leaflets, cyclocytic stoma, epidermal cells

with straight anticlinal walls, thick cuticle, capitate glandular trichomes located in crypts in both epidermal surfaces and eglandular trichomes with one or two uniseriate articulated cells, arranged in the foliar margin. The middle vein presents a unique collateral vascular bundle with sclerenchymatous layers at the phloem pole. The primary shoot shows a eustele with abundant xilematic fibers after secondary growth. Both leaf and stem have idioblasts containing druses in the mesophyll and phloematic parenchyma respectively. Vanillin sulfuric stain indicates that glandular trichomes are related with the synthesis of phenolic and terpenic compounds.

**Keywords:** Histolocalization, leaf architecture, morphoanatomy, *Zuccagnia punctata*.

## INTRODUCCIÓN

*Zuccagnia punctata* Cav. (Fabaceae, Caesalpinioideae), comúnmente denominada «jarilla macho», «jarilla de la puna», «puspus», «jarilla pispito» o «laca» (De la Peña, 1997) pertenece a un género monotípico conformado por esta especie endémica de Argentina, característica de la flora xerófila de la Provincia Biogeográfica del Monte (Cabrera, 1976; Cabrera y Willink, 1973), se distribuye en Jujuy, Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja, San Juan, Mendoza y San Luis (Zuloaga *et al.*, 2008; Ulibarri, 2005).

Es un arbusto perenne inerme de 1 a 2,5 m de altura (Fig. 1A), glutinoso, aromático de ramas largas y abundantes, grises o negruzcas. Florece desde agosto a marzo presentando inflorescencias en racimos solitarios, erguidos, laxifloros (Fig. 1B). Flores amarillo-anaranjadas, bisexuales, subzigomorfas, pediceladas. Frutos capsuliformes indehiscentes, coriáceos, ovoides-agudos, oblicuos, comprimidos y estipitados. Fructifica de noviembre a abril (Ulibarri 2008).

Crece en climas secos y cálidos (13-7,5°C de promedio anual), entre los 700-2700 msnm en suelos pedregosos y en cauces temporarios (Burkart, 1952; Ulibarri, 2008).

En medicina tradicional, las decocciones de sus hojas y tallos son utilizadas como cataplasma para cicatrizar heridas, curar miasis animales, como antiséptico podológico, vulnerario, diurético y en el tratamiento de diversas afecciones inflamatorias como artritis, reumatismo, fiebre, edemas, tumores e infecciones. Se emplea como especie tintórea para colorear lanas en tonos plomizos. Por la flexibilidad de sus ramas sirve para confeccionar techos resistentes y como

tutor para cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) (Burkart, 1952; Ratera y Ratera, 1980; Toursarkissian, 1980; Barboza *et al.*, 2009).

Se ha demostrado que diversos extractos y componentes aislados de las partes aéreas de esta especie presentan actividad antiulcerosa (De la Rocha *et al.*, 2003), antibacteriana (Zampini *et al.*, 2005), antiinflamatoria (Alberto *et al.*, 2007), antimutagénica (Zampini *et al.*, 2008) y antioxidante (Morán Vieyra *et al.*, 2009).

Extractos etanólicos de sus partes aéreas, ricos en 7-hidroxiflavanona, 3,7-dihidroxiflavanona, 2',4' dihidroxichalcona, 2',4'-dihidroxi-3'-metoxichalcona, 1-metil-3-(4'-hidroxifenil)-propilcafeato, 1-metil-3-(3', 4'-dihidroxifenil)-propil cafeato, presentaron actividad antibacteriana sobre diversas bacterias patógenas humanas Gram negativas multiresistentes, así como también sobre bacterias patógenas vegetales (Zampini *et al.*, 2001, 2005, 2012). Dichos extractos muestran también actividad frente a hongos patógenos humanos (Svetaz *et al.*, 2007) y fitopatógenos (Quiroga *et al.*, 2001; Svetaz *et al.*, 2004, 2007; Agüero *et al.*, 2010; Alvarez *et al.*, 2012). Recientemente se demostró que extractos de *Z. punctata* y compuestos aislados de ella son potenciales moduladores de la farmacocinética de drogas que son sustratos de P-gp (glicoproteína-P) y tienen un potencial rol en modular la resistencia adquirida a drogas quimioterápicas (Chieli *et al.*, 2012).

Por otro lado, las abejas (*Apis mellifera*) recolectan el material resinoso de los brotes de esta planta y de otras jarillas para elaborar propóleos (Zampini *et al.*, 2004; Agüero *et al.*, 2010; Isla *et al.*, 2013). Por ello re-

sulta una especie vegetal sumamente interesante para el apicultor ya que permite obtener productos de la colmena con alto contenido de flavonoides, principalmente chalconas (Isla *et al.*, 2013).

Cabe destacar que las concentraciones a las que los extractos de *Z. punctata* son bioactivos no presentan toxicidad (Zampini *et al.*, 2008, 2012), razón por la cual podría ser usada en formulaciones terapéuticas como producto fitofarmacéutico (antibacteriano, antifúngico y antioxidante), de uso veterinario y en agricultura para el manejo de enfermedades producidas por hongos y bacterias fitopatógenas.

Se registran escasos estudios morfológicos y anatómicos de esta promisoriosa especie (Metcalfé y Chalk, 1950; Lersten y Curtis, 1996; Álvarez *et al.*, 2012) por lo que resulta de sumo interés realizar una exhaustiva descripción de sus partes aéreas apuntando a la histolocalización de los tejidos encargados de sintetizar los compuestos bioactivos.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

*Material vegetal.*— Se coleccionó material vegetal fresco de *Z. punctata* en la localidad de Amaicha del Valle, Departamento Tañí del Valle, Tucumán, Argentina a 2000 msnm, durante marzo de 2013. Suele encontrarse asociada a jarillas (*Larrea sp.*, *Zigophylla-*

*ceae*) constituyendo una estepa arbustiva denominada jarillal.

*Material estudiado.*— *Zuccagnia punctata* Cav. ARGENTINA. Prov. Tucumán, Dpto. Tañí del Valle, Amaicha del Valle, Ruta 307, Km 110, 2000 m, 30-XI-2000, *Figueroa Romero 1405* (LIL 605935 a).

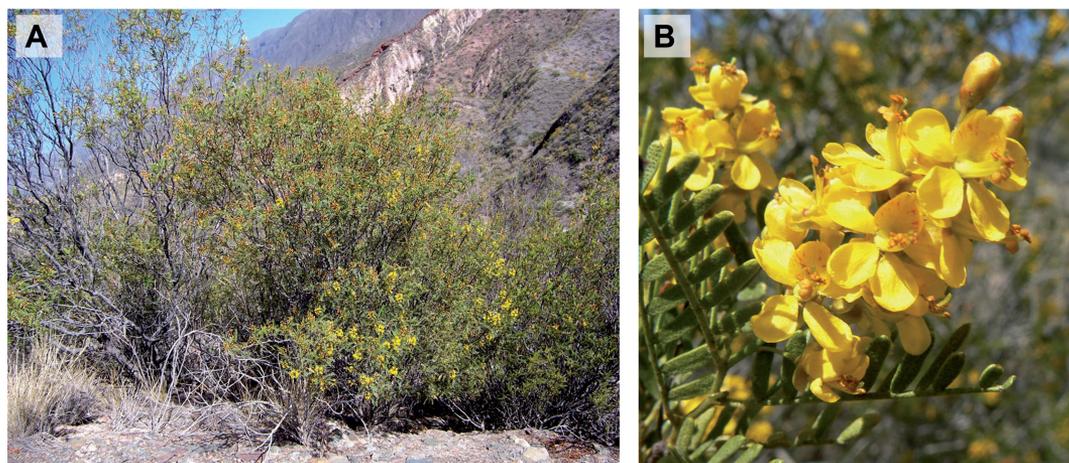
*Microscopía.*— Se utilizó material fresco y fijado en FAA (formol, alcohol etílico, ácido acético, agua, 100:500:50:350 ml).

Se prepararon cortes a mano alzada y preparados histológicos semi-permanentes de órganos vegetativos (tallo, pecíolo, raquis y folíolo). Los mismos fueron coloreados con safranina, violeta de cresil y coloración doble sucesiva azul astra-safranina.

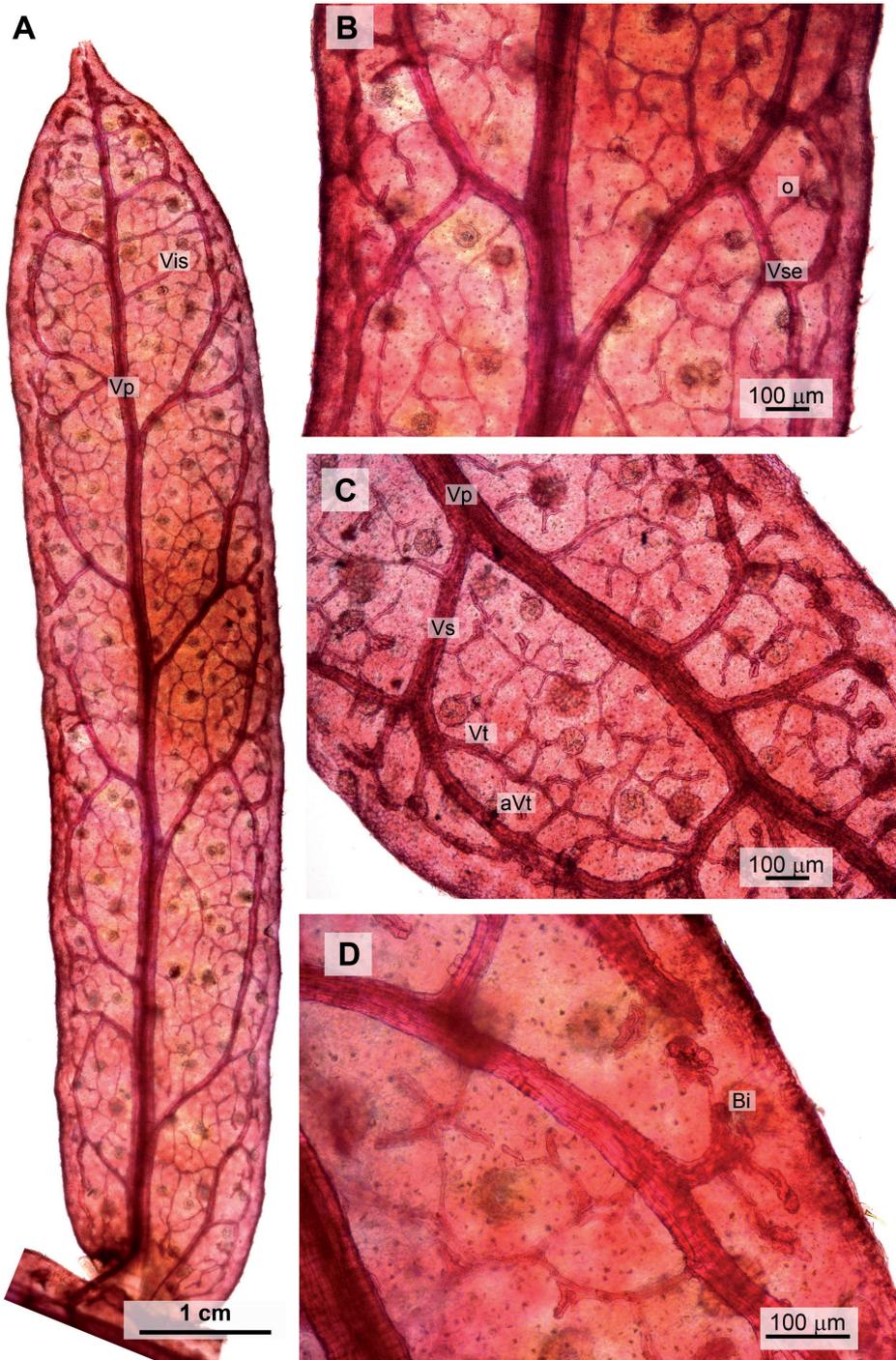
Se seccionó material fresco para realizar ensayos histoquímicos con vainillín sulfúrico, para la detección de flavonoides y fenoles (Merck, 1980; Wagner *et al.*, 1984; Gaucher *et al.*, 2013) Sudán IV para lípidos y solución iodada de lugol para almidón.

La descripción de la arquitectura foliar se realizó según la terminología de Ellis *et al.* (2009). Para los estudios de venación se realizaron diafanizados empleando la técnica de Dizeo de Strittmatter (1973).

Para la observación de los preparados se utilizó microscopio óptico de luz compuesta Karl Zeiss Axiolab con una cámara Zeiss Axio-



**Fig. 1.** *Z. punctata*. A) Aspecto general de la planta a campo. B) Aspecto de inflorescencia y hoja pseudo-paripinnada. *Figueroa Romero 1405* (LIL 605935 a).



**Fig. 2.** *Z. punctata*. Arquitectura foliar. A) Aspecto general. B) Detalle de margen foliar. C) Detalle de venación. D) Detalle de venación terminal. *Figuroa Romero 1405* (LIL 605935 a). Referencias: Vp, vena principal; Vs, vena secundaria; Vis, vena intersecundaria; Vse, vena secundaria exmedial; Vt, vena terciaria; o, ojal; aVt, areola formada por venas terciarias; Bi, bucle incompleto.

cam ERc 5s adosada. Las escalas fueron calculadas con el software AxioVision Rel. 4.8.

## RESULTADOS

### MORFOLOGÍA

#### Y ARQUITECTURA FOLIAR

*Zuccagnia punctata* presenta hojas pseudo-paripinnadas (bipinadas por reducción), 5-13 pares de folíolos, (2-)3-5(-6) cm long., textura coriácea glutinosa, peciolo breve 2-3 mm, articulado, estípulas tempranamente caducas.

Folíolos nanófilos, subopuestos, 4-14 mm long. x 1-4 mm lat., se hacen menores distalmente, oblongos, elíptico-lineares, simétricos, ápice acuminado de base simétrica redondeada con breve peciólulo, márgenes enteros. Ambas superficies se hallan cubiertas por glándulas apreciables a simple vista.

Venación pinnada camptódroma broquidódroma, pobremente areolada, ligeramente festoneada hacia el margen e incompleta en algunos casos, vena primaria monopodial, masiva (5,5-6,7%), de recorrido recto no ramificado (Fig. 2A). Se observan 6-7 pares de venas secundarias moderadas, de recorrido curvado, alternas, espaciadas de forma irregular, con ángulos de divergencia angostos a moderados (26-59°), haciéndose mas obtusos hacia el ápice (69-75°); en algunas hojas, están ramificadas hacia el área exmedial, originando venas secundarias externas que forman ojales al unirse con venas superadyacentes en ángulos obtusos de 84° (Fig. 2B). A veces, se encuentran venas intersecundarias débiles (Fig. 2A). Las venas últimas, de tercer y cuarto orden, presentan un patrón dicotómico-reticulada, con ángulos de divergencia dispuestos al azar de forma inconsistente, en ocasiones forman areolas poligonales o culminan de forma dicotómica (Fig. 2C). La venación marginal última forma bucles incompletos (Fig. 2D).

#### ANATOMÍA DE LÁMINA

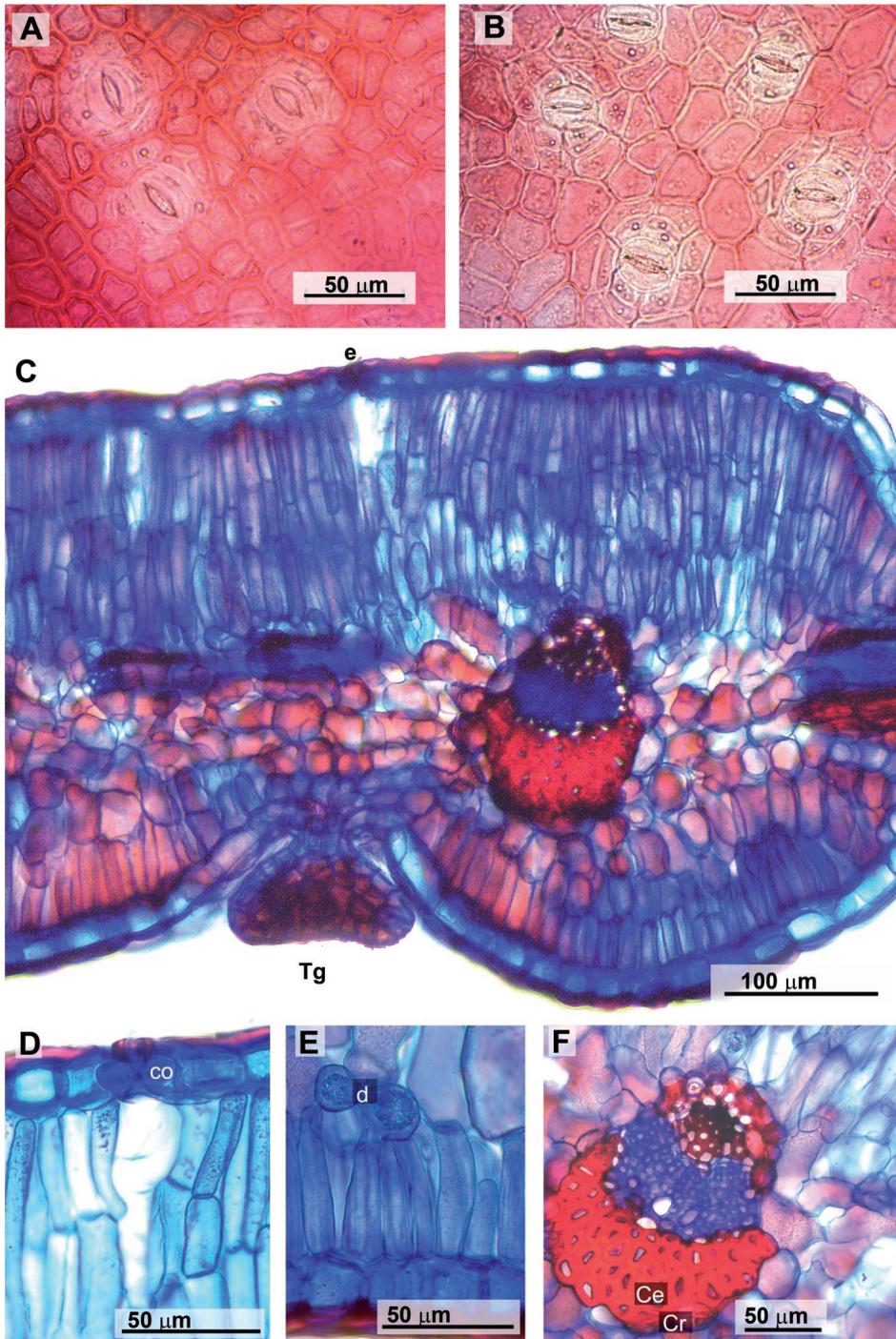
En vista paradermal ambas epidermis presentan células poligonales de paredes gruesas ligeramente curvadas a rectas. La cutícula es cartácea suavemente estriada. Se

trata de folíolos anfiestomáticos con aparatos estomáticos ciclocíticos, raramente paracíticos, ligeramente elevados con respecto a la superficie epidérmica, de dimensiones similares en ambas epidermis (Figs. 3A, 3B), 30,71  $\mu\text{m}$  ( $\pm$  2,40) de long. por 25,36  $\mu\text{m}$  ( $\pm$  2,0) de lat. y con una densidad aproximada de 100-167 por  $\text{mm}^2$ . Índice estomático 4,11  $\pm$  1,9 en la epidermis adaxial y 5,2  $\pm$  1,0 en la epidermis abaxial, densidad estomática 100  $\pm$  21 y 131  $\pm$  10 por  $\text{mm}^2$  respectivamente.

Márgenes foliares con tricomas eglandulares uni o bicelulares, uniseriados, articulados, de cutícula gruesa ornamentada y ápice romo, cuyas longitudes varían entre 30-50  $\mu\text{m}$  de longitud. Se observan en ambas epidermis numerosos tricomas glandulares pluricelulares capitados, hundidos en criptas con una densidad aproximada de 11 por  $\text{mm}^2$ . Los tricomas glandulares presentan aspecto circular en la epidermis superior, 76,32  $\mu\text{m}$  ( $\pm$  10) de diámetro, a circular, oval o elipsoidal en la epidermis inferior, con 129,12  $\mu\text{m}$  ( $\pm$  29,10) en su semieje mayor por 115,98  $\mu\text{m}$  ( $\pm$  24,28) en su semieje menor.

El folíolo de *Z. punctata* en sección transversal presenta aspecto plano-convexo con criptas en ambas superficies, es isolateral, anfiestomático (Fig. 3C), con un espesor de lámina de 409,74  $\mu\text{m}$  ( $\pm$  8,25). Las epidermis son unistratas, de 15,46  $\mu\text{m}$  ( $\pm$  4,38) de espesor en la epidermis adaxial y 18,75  $\mu\text{m}$  ( $\pm$  7,35) en la abaxial. Cutícula gruesa, de 9,13  $\mu\text{m}$  ( $\pm$  1,30) de espesor. Los estomas presentan amplias cámaras subestomáticas y células oclusivas con reborde cuticular (Fig. 3D). En ambas superficies epidérmicas se observan criptas en las que se disponen tricomas glandulares pluricelulares capitados de 74,93  $\mu\text{m}$  ( $\pm$  9,56) por 100,81  $\mu\text{m}$  ( $\pm$  23,77) de latitud en su parte mas ensanchada (Figs. 3C, 4A, 4B). En los márgenes foliares se observan tricomas eglandulares uni o bicelulares, uniseriados (Figs. 4C, 4D) 39,21  $\mu\text{m}$  ( $\pm$  8,00).

El mesofilo presenta, de forma esporádica idioblastos con drusas, generalmente asociados a los haces vasculares (Figs. 3E, 3F).



**Fig. 3.** *Z. punctata*. Anatomía de foliolo. A) Epidermis adaxial. B) Epidermis abaxial. C) Corte transversal de lámina. D) Detalle de epidermis con cutícula gruesa y estoma. E) Detalle de idioblastos con drusas. F) Detalle de nervio medio con casquete de esclerenquima a nivel de floema. *Figueroa Romero 1405* (LIL 605935 a). Referencias: Tg, tricoma glandular capitado; co, células oclusivas; ce, casquete de esclerenquima; d, idioblastos con drusas; cr, cristales romboidales.

El tejido en empalizada adaxial presenta 2-4 estratos celulares;  $170,99 \mu\text{m} (\pm 15,87)$ . El parénquima esponjoso es compacto con 3-4 estratos celulares de  $629,43 \mu\text{m} (\pm 9,97)$  de espesor. El parénquima en empalizada abaxial está formado por 1-2 estratos de células, mide  $82,78 \mu\text{m} (\pm 5,24)$ , se halla interrumpido por las criptas con los tricomas glandulares. Los haces vasculares son colaterales cerrados. El nervio medio está formado por un único haz colateral con casquete de esclerénquima asociado al floema, en las proximidades es frecuente encontrar idioblastos con drusas (Fig. 3F). Los haces secundarios presentan un casquete de esclerénquima floemático o una simple vaina parenquimática formada por un estrato de células.

La tinción con vainillín sulfúrico, específica para compuestos fenólicos y terpenos, revela que el mesofilo y los tricomas glandulares (Figs. 4B, 4E) se hallan comprometidos en la producción de estos metabolitos secundarios, los tricomas eglandulares dieron resultados negativos para esta prueba histoquímica (Figs. 4C, 4D).

#### ANATOMÍA DE RAQUIS

En transcorte presenta epidermis unistrata, cutícula gruesa, estomas, tricomas glandulares capitados y eglandulares. Parénquima cortical de disposición radial. El sistema vascular formado por un único haz vascular dorsiventral, se halla rodeado por una vaina de fibras esclerenquimáticas. Tanto en el parénquima cortical como floemático se observan idioblastos con drusas y cristales romboidales (Figs. 4F, 4G). Se observan trazas foliares

En vista paradermal la epidermis está constituida por células poliédricas de paredes rectas, ordenadas en series longitudinales. Presenta estomas cicloclíticos, raramente paracíticos, ligeramente elevados. Tricomas glandulares capitados  $126,15 \mu\text{m} (\pm 15,24)$  en criptas de la superficie epidérmica y tricomas eglandulares de iguales características a los observados en los márgenes foliares.

#### ANATOMÍA DE PECÍOLO

Epidermis de paredes rectas fuertemente engrosadas, cutícula gruesa, estomas sobre-elevados, tricomas glandulares capitados y eglandulares uni y biseriados. En transcorte presenta iguales características al raquis.

#### ANATOMÍA DE TALLO

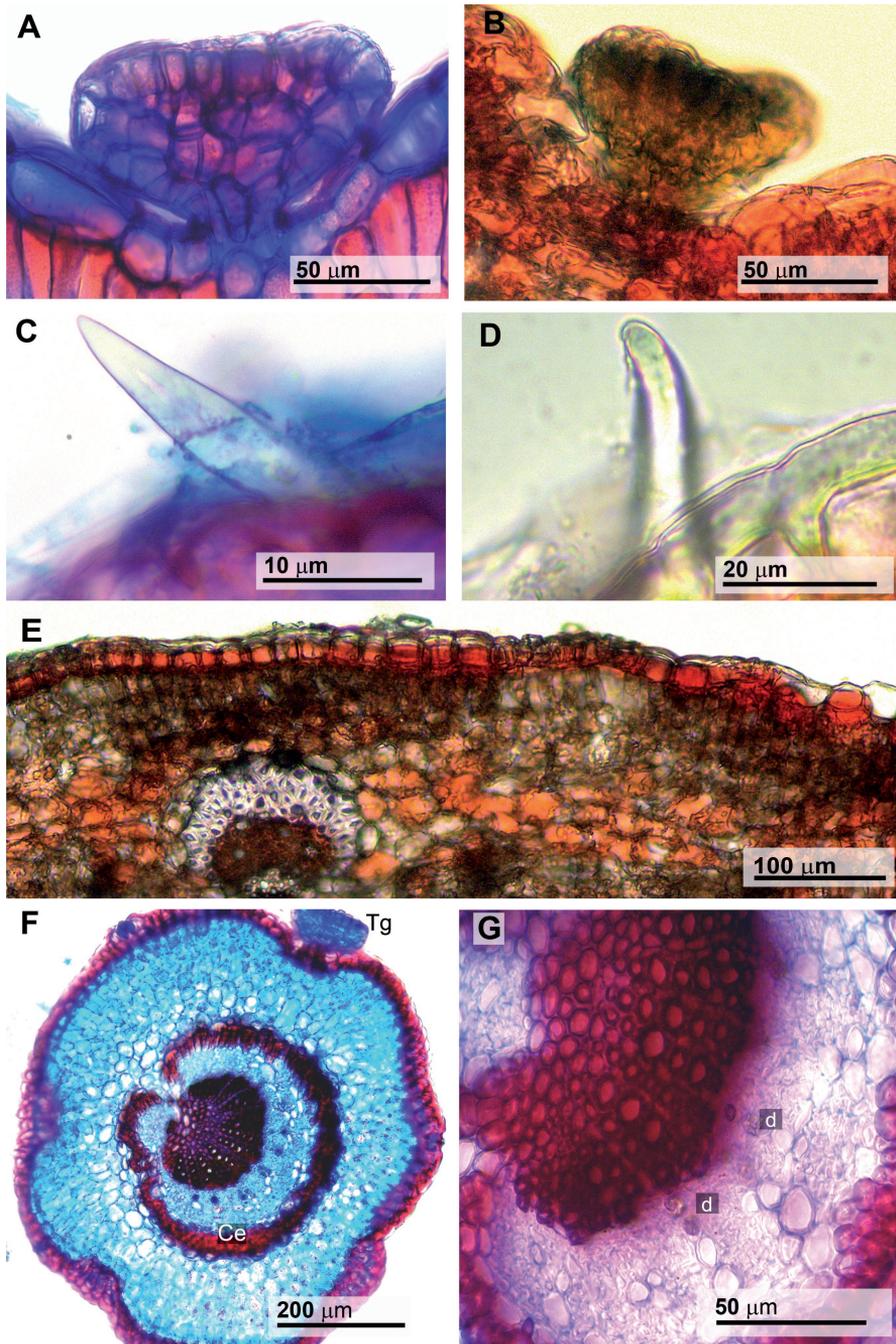
En corte transversal el tallo de estructura primaria presenta epidermis unistrata, estomas sobreelevados, tricomas eglandulares unicelulares y glandulares similares a los descritos en la lámina. Cortex parenquimático de 7-8 estratos celulares. El tejido vascular se halla delimitado por un anillo de fibras esclerenquimáticas. Se observa una eustela formada por 5-6 haces colaterales ubicados en torno a la médula parenquimática (Fig. 5A).

En etapas tempranas del desarrollo secundario se observa epidermis, cortex parenquimático, un mayor desarrollo del anillo de fibras esclerenquimáticas y la formación de cambium interfascicular, el cual origina xilema secundario con abundantes fibras xilemáticas entorno a la médula persistente (Fig. 5B).

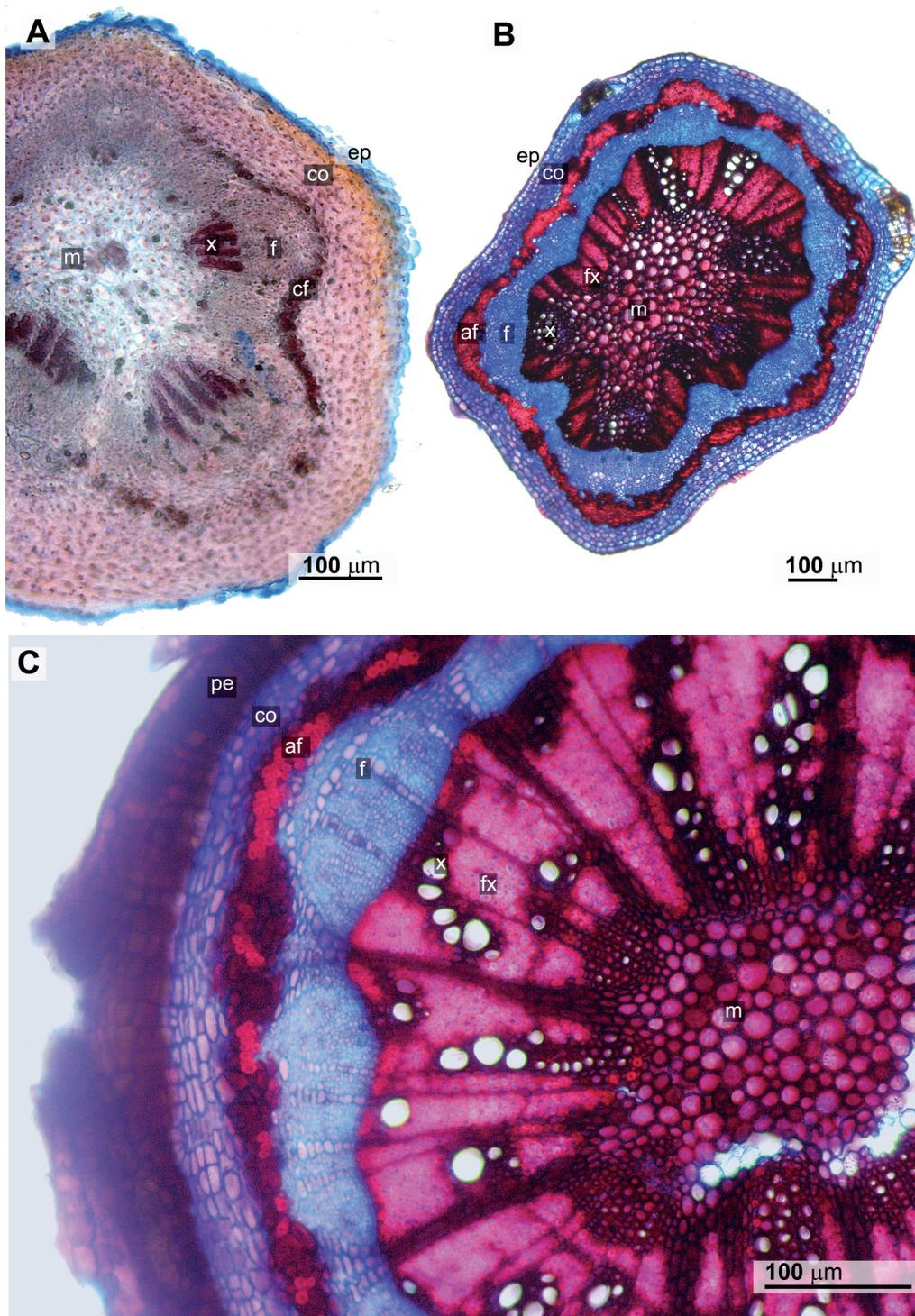
El crecimiento secundario se caracteriza por la presencia de peridemis con grandes lenticelas, cortex persistente alrededor de un anillo de fibras que delimitan el tejido vascular formado por floema secundario con radios floemáticos ensanchados con presencia de drusas, cambium y xilema secundario con abundantes fibras y radios parenquimáticas de 2-3 células de ancho (Fig. 5C).

#### DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

*Zuccagnia punctata* presenta una estructura anatómica claramente adaptada a ambientes xerófitos, lo cual responde al hábitat de la especie. Roth (1984) señala que la reducción en el tamaño de la hoja se considera una característica xeromórfica; Murphy y Lugo (1986), plantean que el tamaño de la hoja disminuye con el incremento de la aridez. La presencia de cutícula gruesa, cristales de oxalato de calcio, con casquetes de esclerénquima y vainas de fibras escleren-



**Fig. 4.** *Z. punctata*. Transcorte de lámina histolocalización de metabolitos secundarios. Tinción doble azul astra-safranina (A, C). Tinción específica para compuestos fenólicos (B,D-E). A-B) Tricoma glandular capitado, coloración positiva para fenoles. C-D) Tricoma eglandular, coloración negativa para fenoles. E) Transcorte de lámina donde se observa coloración positiva para fenoles en células parenquimáticas del mesofilo y floema. F) Corte transversal de raquis. G) Detalle de parénquima floemático con drusas en el transcorte de raquis. *Figueroa Romero 1405* (LIL 605935 a). Referencias: Tg, tricoma glandular capitado; ce, casquete de esclerenquima; d, idioblastos con drusas.



**Fig. 5.** *Z. punctata*. Transcorte de tallo. A) Crecimiento primario. B) Crecimiento secundario incipiente. D) Crecimiento secundario. *Figueroa Romero 1405* (LIL 605935 a). Referencias: ep, epidermis; pe, peridermis; co, cortex; cf, casquete de fibras; af, anillo de fibras; f, floema; m, médula; x, xilema; fx, fibras xilemáticas; m, médula.

químicas son características anatómicas que están relacionadas con adaptaciones para proteger los órganos vegetativos de la radiación solar directa (Fahn y Clutler, 1992).

Álvarez *et al.* (2012) describen tricomas glandulares unicelulares, sin embargo el presente aporte cita la presencia de tricomas glandulares unicelulares y bicelulares uniseriados articulados, estos últimos solo presentes en los márgenes foliares.

La tinción específica con vainillín sulfúrico revela que tanto el mesófilo como los tricomas glandulares de *Z. punctata* se hallan comprometidos en la producción de compuestos fenólicos y terpénicos. Es notable la coloración naranja-rojiza que presenta el mesófilo, mientras que los tricomas capitados se observaron naranja-amarillentos. Esto podría indicar una naturaleza diferente en sus productos de secreción.

Los flavonoides cumplen múltiples funciones en la fotoprotección, tanto como pantallas frente a radiaciones nocivas como para evitar el daño causado por radicales libres. Esto es consistente con la localización de los mismos en diversos órganos, células y compartimentos celulares (Agati *et al.*, 2013).

Se ha publicado la presencia de hidroxicinamatos solubles en vacuolas y engrosamientos de paredes de tricomas, células epidérmicas y del mesófilo, expuestas a estrés lumínico severo, brindando protección como pantallas ante la penetración de longitudes de onda UV (Agati *et al.*, 2012, 2013). Por otro lado dihidroxiflavonoides, compuestos mayoritarios de *Z. punctata*, en coincidencia con lo observado, han sido mayormente identificados en células del mesófilo, a nivel de núcleo, vacuolas y cloroplastos, donde actuarían como antioxidantes (Agati *et al.*, 2012, 2013).

Este trabajo representa la primera descripción exhaustiva de la anatomía y arquitectura foliar de *Z. punctata* y presenta una aproximación a la identificación del sitio de síntesis de sus metabolitos secundarios de interés medicinal y al rol que podrían cumplir los mismos en la fisiología de la planta.

## BIBLIOGRAFIA

- Agati, G.; E. Azzarello; S. Pollastri y M. Tattini. 2012. Flavonoids as antioxidants in plants: location and functional significance. *Plant Science*. 196: 67-76.
- Agati G.; C. Brunetti; M. Di Ferdinando; F. Ferrini; S. Pollastri y M. Tattini. 2013. Functional roles of flavonoids in photoprotection: New evidence, lessons from the past. *Plant Physiology and Biochemistry*. In Press. <http://dx.doi.org/10.1016/j.plaphy.2013.03.014>
- Alberto, M. R.; M. I. Nieva Moreno; I. C. Zampini y M. I. Isla. 2007. Actividad antiinflamatoria de flavonoides naturales estructuralmente relacionados. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 6 (6): 313-314.
- Álvarez, S. L.; A. Cortadi; M. A. Juárez; E. Petenatti; F. Tomi; J. Casanova; C. M. van Baren; S. Zaccchino y R. Vila. 2012. -5,6-Dehydrocamphor from the antifungal essential oil of *Zuccagnia punctata*. *Phytochemistry Letters* 5(1): 194-199.
- Agüero, M. B.; M. González; B. Lima; L. Svetaz; M. Sánchez; S. Zaccchino; G. Feresin; G. Schmeda-Hirschmann; J. Palermo; D. Wunderlin y A. Tapia. 2010. Argentinean propolis from *Zuccagnia punctata* Cav. (Caesalpinieae) exudates: phytochemical characterization and antifungal activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58: 194-201.
- Barboza, G. E.; J. J. Cantero; C. Núñez; A. Pacciaroni y L. Ariza Espinar. 2009. Medicinal plants: A general review and a phytochemical and ethnopharmacological screening of the native Argentine flora. *Kurtziana* 34 (1-2): 7-365.
- Burkart, A. 1952. *Las Leguminosas argentinas, silvestres y cultivadas*. Segunda edición. ACME, Bs As. Argentina. 590 pp.
- Cabrera, A. L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. En W.F. Kugler (editor), *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Segunda edición. ACME, Bs As. Argentina. 85 pp.
- Cabrera, A. L. y A. Willink. 1973. *Biogeografía de América Latina*. O. E. A. Serie de Biología, monografía 13. Washington D. C. EUA. 120 pp.
- Chieli, E.; N. Romiti; I. C. Zampini; G. Garrido y M. I. Isla. 2012. Effects of *Zuccagnia punctata* extracts and their flavonoids on the function and expression of ABCB1/P-glycoprotein multidrug transporter. *Journal of Ethnopharmacology*. 144: 797-801.
- De la Peña, M. R. 1997. *Catálogo de Nombres Vulgares de la Flora Argentina: lista preliminar*. UNL. Sta. Fè. Argentina. 195 pp.
- De la Rocha, N.; A. D. M. María; J. C. Gianello y L. Pelzer. 2003. Cytoprotective effects of chalcones from *Zuccagnia punctata* and melatonin on gas-

- roduodenal tract in rats. *Pharmacological Research* 48: 97-99.
- Dizeo de Strittmatter, C. 1973. Nueva técnica de diafanización. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 15: 126-129
- Ellis, B. D.; C. Daly; L. J. Hickey; H. R. Johnson; J. D. Mitchell; P. Wilf y S. L. Wing. 2009. *Manual of leaf architecture*. Cornell University Press, USA, 190 pp.
- Fahn, A. y D. Clutler. 1992. Xerophytes. En: H. J. Braun, *Encyclopedia of Plant Anatomy*. Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart, pp. 50-108.
- Gaucher, M.; T. Dugé de Bernonville; D. Lohou; S. Guyot; T. Guillemette; M. N. Brisset y J. F. Dat. 2013. Histolocalization and physico-chemical characterization of dihydrochalcones: insight into the role of apple major flavonoids. *Phytochemistry* 90: 78-89.
- Isla, M. I.; M. I. Nieva Moreno; I. C. Zampini; E. Solórzano; F. Danert; N. Vera; J. E. Sayago; E. Bedascarrabure; L. Maldonado y R. Ordoñez. Argentine propolis: Its flavonoid and chalcone content and its relation with the functional properties. En T. Farooqui y A. Farooqui (Editores), *Beneficial effects of propolis on human health and chronic diseases*. Nova Science Publisher, Ohio State, Columbus, USA, pp.161-169.
- Lersten, N. R. y J. D. Curtis. 1996. Survey of leaf anatomy, especially secretory structures, of tribe *Caesalpinieae* (*Leguminosae*, *Caesalpinioideae*). *Plant Systematics and Evolution* 200(2): 1-39.
- Merck, E. 1980. Reactivos de coloración para cromatografía en capa fina y en papel. R. F., Alemania, 119 pp.
- Metcalfe, C. R. y L. C. Chalk. 1950. *Anatomy of the Dicotyledons*. Vol I. Clarendon Press, Oxford, 724 pp.
- Morán Vieyra, F.; H. Boggetti; I. C. Zampini; R. Ordoñez; M. I. Isla; R. Álvarez; V. De Rosso; A. Mercadante y C. Borsarelli. 2009. Singlet oxygen quenching and radical scavenging capacities of structurally related flavonoids present in *Zuccagnia punctata* Cav. *Free Radical Research* 43: 553-564.
- Murphy, P. G. y A. E. Lugo. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17: 67-88.
- Quiroga, E. N.; A. R. Sampietro y M. A. Vattuone. 2001. Screening antifungal activities of selected medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology* 74: 89-96.
- Ratera, E. L. y M. O. Ratera. 1980. *Plantas de la flora Argentina empleadas en medicina popular*. Editorial Hemisferio Sur, Bs As. Argentina. 189 pp.
- Roth, I. 1984. Stratification of tropical forest as seen in leaf structure. W. Junk Publ., Netherlands, Boston, 522 pp.
- Svetaz, L.; A. Tapia; S. N. López; R. L. E. Furlán; E. Petenatti; R. Pioli; G. Schmeda-Hirschmann y S.A. Zacchino. 2004. Antifungal chalcones and new caffeic acid esters from *Zuccagnia punctata* acting against soybean infecting fungi. *Journal of Agricultural Food and Chemistry* 52 (11): 3297-3300.
- Svetaz, L.; M. B. Agüero; S. Alvarez; L. Luna; G. Feresin; M. Derita; A. Tapia y S. Zacchino. 2007. Antifungal activity of chalcones from *Zuccagnia punctata* Cav. acting against clinically important fungi and studies of mechanism of action. *Planta Medica* 73: 1074-1080.
- Toursarkissian, M. 1980. *Plantas medicinales de la Argentina; sus nombres botánicos, vulgares, usos y distribución geográfica*. Hemisferio Sur, S. A. (Ed.), Buenos Aires, Argentina, 178 pp.
- Ulibarri, E. A. 2005. *Zuccagnia punctata* (Leguminosae): ¿nuevo o viejo endemismo argentino? *Darwiniana*, 43 (1-4): 212-215.
- Ulibarria, E. A. 2008. Los géneros de Caesalpinioideae (Leguminosae) presentes en Sudamérica. *Darwiniana* 46(1): 69-163.
- Wagner, H. M.; S. Bladt y E. M. Zgainski. 1984. *Plant drug analysis*. Springer-Verlag, New York, 320 pp.
- Zampini, I. C.; N. Cudmani N.; M. A. Vattuone; A. R. Sampietro y M. I. Isla. 2001. Antibacterial activity of Argentine plants against Gram negative bacteria. *Revista Latinoamericana de Química* 29: 84.
- Zampini, I. C.; M. I. Nieva Moreno; M. A. Vattuone y M. I. Isla. 2004. Botanical origin of Propolis from Amaicha del Valle, Tucumán, Argentina. *Biocell* 28(1): 85.
- Zampini, I. C.; M. A. Vattuone y M. I. Isla. 2005. Antibacterial activity of *Zuccagnia punctata* Cav. ethanolic extracts. *Journal of Ethnopharmacology* 102: 450-456.
- Zampini, I. C.; M. Villarini; M. Moretti; L. Dominici y M. I. Isla. 2008. Evaluation of genotoxic and antigenotoxic effects of hydroalcoholic extracts of *Zuccagnia punctata* Cav. *Journal of Ethnopharmacology* 115 (2): 330-335.
- Zampini, I. C.; J. Villena; S. Salva; M. Herrera; M. I. Isla y S. Álvarez. 2012. Potentiality of standardized extract and isolated flavonoids from *Zuccagnia punctata* for the treatment of respiratory infections by *Streptococcus pneumoniae*: In vitro and in vivo studies. *Journal of Ethnopharmacology* 140: 287- 292.
- Zuloaga, F. O.; O. Morrone y M. J. Belgrano. 2008. *Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay)*. Missouri Botanical Garden Press. St. Louis, Missouri, 3348 pp.