



Fundación
Miguel Lillo
Tucumán
Argentina

doi

Estudio anatómico, histoquímico y composicional de un fruto nativo subutilizado: *Salpichroa organifolia* (Solanaceae)

Anatomical, histochemical, and compositional study of an underutilized native fruit: *Salpichroa organifolia* (Solanaceae)

Mandón, Erica¹; Virginia Sthäli¹; Silvia N. López²; Maria V. Castelli²; Maria L. Martinez¹; Maria N. Campagna^{1*}

¹ Área Biología Vegetal.

² Farmacognosia, Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, Suipacha 531 (S2002LRK) Rosario. Santa Fe, Argentina.

* Autor correspondiente: <marianoelcam@gmail.com>

Resumen

Salpichroa organifolia (Lam.) Baill. es un arbusto trepador, perteneciente a la familia Solanaceae; de estatus nativo y distribución amplia en toda la República Argentina. Aunque el fruto es una baya comestible, su consumo no es masivo probablemente debido al desconocimiento de sus propiedades nutricionales, o por temor a intoxicaciones. Con el fin de promover su utilización como alimento, en este trabajo se analizó la histoanatomía del fruto y su composición proximal (humedad, minerales, fibras, hidratos de carbono, proteínas y lípidos). Asimismo, se determinó el perfil de ácidos grasos y la presencia de metabolitos especiales como polifenoles, flavonoides, terpenos y alcaloides, analizando la ubicación de los mismos en los tejidos del fruto. Se utilizaron tanto frutos frescos como incluidos en parafina y distintas técnicas de coloración para la determinación de los metabolitos especiales. Se demostró la presencia de lípidos en el epicarpio; flavonoides y ácidos cafeoilquínicos en células parenquimáticas de gran tamaño, forma globosa y paredes delgadas, que conforman el mesocarpio, mientras que polifenoles y almidón fueron observados en el endocarpio, placenta y semillas.

► Ref. bibliográfica: Mandón, E.; Sthäli, V.; López, S. N.; Castelli, M. V.; Martínez, M. L.; Campagna, M. N. 2026. Estudio anatómico, histoquímico y composicional de un fruto nativo subutilizado: *Salpichroa organifolia* (Solanaceae). *Lilloa* 63 (2): 397-415. doi: <https://doi.org/10.30550/j.lil/2366>

► Recibido: 26 de febrero 2026 – Aceptado: 12 de agosto 2026 – Publicado: 17 de septiembre 2026.

► URL de la revista: <http://lilloa.lillo.org.ar>

► Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.



OPEN ACCESS

El contenido de fibras (4,6 g 100g⁻¹) e hidratos de carbono (3,2 g 100g⁻¹) fue comparable al de otras bayas de consumo masivo y el porcentaje de ácidos grasos insaturados (80%) fue notablemente superior al de los saturados (20%). El estudio realizado pone de manifiesto el potencial nutricional de los frutos de *S. organifolia* como alimento nutritivo para consumo humano.

Palabras clave: Ácidos grasos; alimentos no convencionales; huevito de gallo; *Salpichroa organifolia*.

Abstract

Salpichroa organifolia (Lam.) Baill. is a climbing shrub belonging to the family Solanaceae, native to Argentina and widely distributed throughout the country. Although its fruit is an edible berry, it is not widely consumed, probably due to a lack of knowledge regarding its nutritional properties or concerns over potential toxicity. To promote its use as a food source, this study analyzed the histoanatomy of the fruit and its proximate composition (moisture, minerals, fibers, carbohydrates, proteins, and lipids). Moreover, the fatty acid profile and the presence of specialized metabolites such as polyphenols, flavonoids, terpenes, and alkaloids were also determined, with emphasis on their localization within fruit tissues. Both fresh and paraffin-embedded fruits were examined using different histochemical staining techniques to determine specialized metabolites. The presence of lipids was demonstrated in the epicarp; flavonoids and caffeoylquinic acids were localized in large, globose, thin-walled parenchymal cells forming the mesocarp, while polyphenols and starch were observed in the endocarp, placenta, and seeds. The fiber (4.6 g 100 g⁻¹) and carbohydrate (3.2 g 100 g⁻¹) contents were comparable to those reported for other widely consumed berries, and the percentage of unsaturated fatty acids (80%) was remarkably higher than that of saturated ones (20%). This study highlights the nutritional potential of *S. organifolia* fruits as a nutritious food for human consumption.

Keywords: Fatty acids; huevito de gallo; non-conventional foods; *Salpichroa organifolia*.

INTRODUCCIÓN

Salpichroa organifolia (Lam.) Baill. es un arbusto trepador, perenne y rizomatoso de hasta 1,2 m de alto, con tallos aéreos apoyantes, muy ramificados y poco pubescentes (Fig.1A). Pertenece a la familia Solanaceae, de status nativo y distribución cosmopolita en todo el país (Barboza et al., 2013).

Sus hojas son solitarias con pecíolos de 1,2-2cm y láminas dimórficas, ovadas y cordiformes. Tanto las hojas como los tallos se utilizan por sus propiedades narcóticas y sedantes, mientras que las raíces se emplean como abluente (Rapoport et al., 2009).

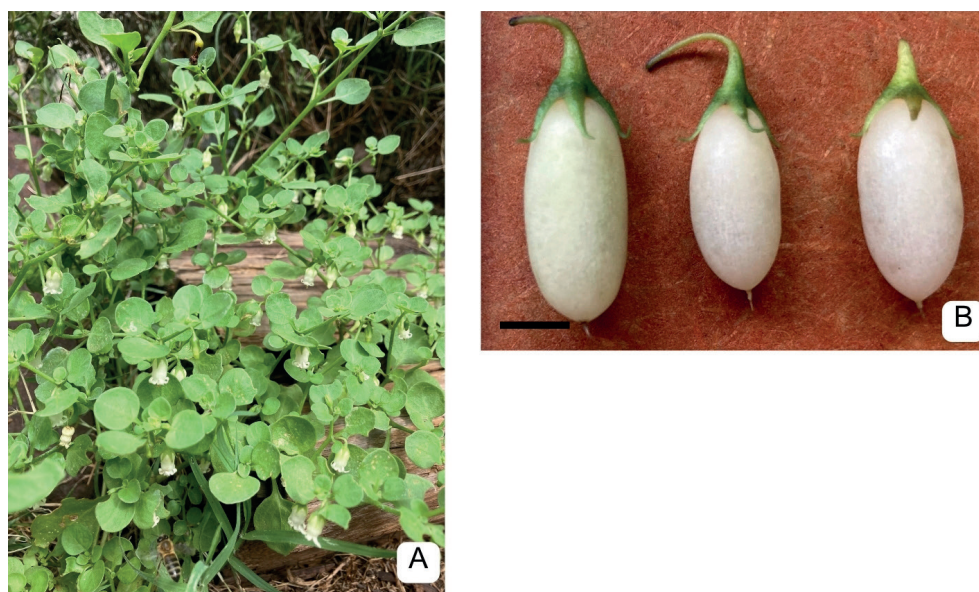


Fig. 1. *Salpichroa origanifolia*. A) Aspecto general. B) Frutos maduros. Escala: 1 cm. Campagna S/N (UNR).

Fig. 1. *Salpichroa origanifolia*. A) General appearance. B) Ripe fruits. Scale: 1 cm. Campagna S/N (UNR).

El fruto es una baya ovoide y colgante de color verdoso cuando esta inmadura y blanquecina a la madurez, de $2-2,2 \times 1$ cm (Fig.1B). Son comestibles muy palatables y dulces (Burkart, 1979; Martínez Crovetto, 1981; Lahitte *et al.*, 2004; Barboza *et al.*, 2013). A pesar de la existencia de bibliografía relacionada con el uso de los mismos (De Nucci *et al.*, 2022; Arias Toledo *et al.*, 2023) el consumo no es masivo probablemente debido al desconocimiento de sus propiedades nutricionales. Las Solanáceas a menudo contienen concentraciones elevadas de alcaloides y otros metabolitos especiales, lo que las convierte en potenciales candidatas para ser consideradas “nutracéuticos”. Estos compuestos pueden ofrecer beneficios cuando se consumen en pequeñas dosis, pero pueden ser perjudiciales para la salud si se consumen en grandes cantidades (Turner y Von Aderkas, 2009). Por lo tanto, es fundamental identificar y caracterizar correctamente las plantas silvestres antes de su consumo para evitar riesgos para la salud.

Por otro lado, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) han promovido durante los últimos años los beneficios de la utilización de plantas alimenticias no convencionales (PANCs) (FAO, 2018). Estas incluyen plantas cultivadas principalmente con fines ornamentales o paisajísticos, así como numerosas especies, en su mayoría adventicias, que crecen y se perpetúan de forma espontánea en campos, terrenos baldíos, márgenes de caminos y vías férreas, permaneciendo subutilizadas a pesar de su potencial (Rapoport *et al.*, 2009).

Debido a que *S. organifolia* reúne las condiciones para ser denominada PANC, el objetivo principal de este trabajo fue realizar un estudio integral del fruto que combina la caracterización morfoanatómica e histoquímica con la determinación de su valor nutricional y perfil de ácidos grasos.

Si bien Bustos *et al.* (2026) efectuaron la caracterización fisicoquímica, metabólica y estructural de la dinámica de maduración del fruto; en este trabajo se puso especial énfasis en la caracterización histoquímica de metabolitos especiales (polifenoles, flavonoides, terpenos, lípidos y alcaloides). La detección y ubicación tisular de los mismos constituye una herramienta que optimiza la correcta identificación de la especie y aporta datos claves para el consumo responsable de esta especie silvestre. Además, para comprender el potencial alimentario del fruto se determinó su valor nutricional mediante un análisis de composición proximal, complementado de manera específica con el estudio del perfil de ácidos grasos de su fracción lipídica. Este abordaje no solo revela los aportes calóricos y proteicos del fruto, sino también la presencia de lípidos funcionales esenciales (FAO, 2012).

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Los frutos maduros de color blanco e inmaduros de color verde fueron recolectados en un área periurbana modificada con exposición directa al sol: ARGENTINA, Prov. Santa Fe, Dpto. Rosario, Funes (32°56'13"S 60° 48' 50' O), V- 2023, Campagna S/N (UNR).

El material fue comparado con material de referencia: *Salpichroa organifolia* (Lam.) Baill.: ARGENTINA, Prov. Santa Fe, Rosario. 10-III-1987, Franceschi 8331 (UNR).

Determinación de caracteres anatómicos

Los frutos fueron fijados en FAA (alcohol etílico 70°, ácido acético glacial, formaldehído y agua 50:5:30:15). Se realizaron cortes transversales en la parte media de los mismos con micrótopo tipo Minot, previa inclusión en parafina (Gattuso y Gattuso, 2002).

Las preparaciones fueron coloreadas con safranina-fast-green (Strittmatter, 1979) y azul de cresilo (Perez y Tomasi, 2002). La epidermis en superficie se estudió mediante la técnica de peeling de frutos frescos y fue visualizada con distintos colorantes (D'Ambrogio, 1986).

Para las observaciones microscópicas y la elaboración de la ilustración original, se utilizó un microscopio óptico Olympus CH30-LB System, equipado con un ocular micrométrico y un tubo de dibujo BH2-DA.

Para los estudios histoquímicos se utilizó material fresco y los siguientes reactivos: Sudan IV y rojo rutenio para lípidos; azul de cresilo para mucílagos; FeCl_3 o vainillín sulfúrico para taninos y polifenoles en general y lugol para almidón (D'Ambrogio, 1986; Badria y Aboelmaaty, 2019). Para reconocer cristales de oxalato de calcio se utilizó microscopio Carl Zeiss Axiolab equipado con luz polarizada (Zarlavsky, 2014). Para la detección de flavonoides y ácidos fenilcarboxílicos se utilizó reactivo de productos naturales (RPN) (solución de difenilboriloxietilamina 1 % en metanol) y microscopio óptico de fluorescencia (MOF) Mikoba F320: λ excitación 365 nm, λ emisión 397 nm (Combrinck *et al.*, 2007). Para la detección de alcaloides e hidratos de carbono distintos al almidón se utilizaron cortes incluidos en parafina y coloreados con reactivo de Dragendorff (Badria y Aboelmaaty, 2019) y ácido periódico-reactivo de Schiff (Ruzin, 1999) respectivamente.

Composición proximal

Los frutos maduros fueron lavados con agua destilada y secados con papel para remover la tierra. Se mantuvieron a -20°C hasta el momento de utilizarlos. La composición proximal fue determinada de acuerdo a los métodos descritos por la Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1998) para frutos: humedad (AOAC 925.10); materia grasa (AOAC 920.85); proteínas (AOAC 920.87, factor: 6,2); contenido mineral (AOAC 923.03); fibra (AOAC 973.18) e hidratos de carbono por diferencia. El valor energético total fue estimado considerando un factor de conversión de 4 kcal g^{-1} de proteína o hidrato de carbono y 9 kcal g^{-1} de lípidos.

Composición de ácidos grasos

La extracción de lípidos totales se realizó a partir de 100 g de frutos frescos con cloroformo y metanol según la técnica de Bligh y Dyer (1959) como paso preliminar. Para derivatizar los triglicéridos en los ésteres metílicos de ácidos grasos (EMAG), 50 mg de la fracción de lípidos totales fue utilizada según el método descrito por Hartman y Lago (1973), mediante el uso de KOH (0,4 M) y ácido sulfúrico (1M). Los EMAG fueron analizados por cromatografía gaseosa detector full SCAN: 50-450, volumen de inyección 1 μL , split 1:200, inyector: 240°C , temperatura de la columna: 140°C mantenido por 5 min y llevado a 4°C min^{-1} hasta 240°C por 10 min, tiempo de corrida: 40 min.

Composición de polifenoles totales (CPT) y flavonoides totales (CFT)

Se maceraron 122 g de frutos frescos maduros en 200 mL de metanol por 24 h. Luego se filtró, concentró a presión reducida en evaporador rotatorio y se resuspendió en metanol obteniéndose un extracto de concentración 10 mg mL⁻¹.

La CPT fue determinada según Singleton y Rossi (1965): 200 µL del extracto fueron mezclados con 1000 µL del reactivo de Folin–Ciocalteu diluido en agua (1:1 v/v) y 800 µL de carbonato de sodio saturado. La mezcla se mantuvo en oscuridad por 25 min y luego se midió absorbancia a 752 nm. La curva de calibración se realizó con soluciones de ácido gálico (0 a 18 mg L⁻¹). Curva analítica: $y = 0,0221x - 0,0273$, $r^2 = 0,9913$. Los resultados se expresaron como miligramos de equivalentes de ácido gálico (GAE) cada 100 g de muestra (mg GAE 100 g⁻¹).

La CFT fue determinada espectrofotométricamente utilizando el reactivo AlCl₃ y el flavonoide rutina como estándar en medio metanólico a 510 nm (Zhishen *et al.*, 1999). Curva analítica: $y = 12,527x$, $r^2 = 0,9978$. Los resultados se expresaron como miligramos de equivalentes de rutina por cada 100 g de muestra (mg RUTE 100 g⁻¹).

Caracterización fitoquímica

El extracto metanólico de frutos frescos maduros obtenido por maceración fue sembrado (10 µL, 5 mg mL⁻¹ y 10 mg mL⁻¹) mediante sembrador automático AutoSampler ATS4 Camag sobre cromatofolios calidad TLC (Sílica gel 60F254, 1.05554.0001 Merck). Se sembró junto a distintas sustancias de referencia: rutina (Extrasynthèse), rutina + isoquercitrina (Extrasynthèse), diosmina, hesperidina, quercetina, miricetina, ácido clorogénico y ácido dicafeoilquínico (Sigma Aldrich), (3 µL, 1 mg mL⁻¹). Luego las placas cromatográficas se colocaron en una cámara de desarrollo automático modelo ADC 2 Camag utilizando como fase móvil (FM) acetato de etilo/ metanol/ ácido fórmico/agua (100:13:11:26) (Wagner y Bladt, 1996). Posteriormente se evaluaron con un visualizador TLC Visualizer 2 Camag bajo radiación UV 366 nm, 254 nm y luz blanca. Las imágenes se registraron utilizando el software Vision CATS Camag versión 3.2, se revelaron con RPN y se digitalizaron a 366 nm.

La presencia de ácido ascórbico fue evaluada por cromatografía en capa delgada automatizada a partir del extracto metanólico/agua (1:1) y frente a un patrón de referencia comercial de ácido ascórbico (Cicarelli), (1 µL, 0,5 mg mL⁻¹). Las placas (Sílica gel 60F254, 1.05554.0001 Merck) fueron visualizadas y digitalizadas bajo luz UV 254 nm. La FM utilizada fue: acetona/ tolueno/agua /ac acético glacial (30:4:43:0,5) (Peter *et al.*, 2019).

Extracción y detección de alcaloides

Se maceraron 10 g de frutos frescos maduros e inmaduros en 15 mL de NH_4OH 25% m/m y 30 ml de acetato de etilo por 72 h. Se filtró y concentró a presión reducida, se resuspendió en agua acidificada y se extrajo con cloroformo, previo lavado con hexano (Jilani *et al.*, 2006). El extracto clorofórmico (5 mg mL^{-1}) fue sembrado sobre cromatofolios calidad TLC (Sílica gel 60F254, 1.05554.0001 Merck) y frente a un marcador comercial (Harmano, Sigma Aldrich), utilizando la fase móvil tolueno/acetato de etilo/trietilamina (5:4:1) y como revelador reactivo de Dragendorff.

RESULTADOS

Anatomía e histoquímica del fruto

El epicarpio en vista superficial presenta cutícula estriada y no se observan tricomas (Fig. 2A). Las células epidérmicas son de contorno hexagonal y paredes anticlinales gruesas. Se evidencian sustancias lipídicas y mucílagos (Fig. 2A y B), así como ácidos fenilcarboxílicos y flavonoides (Fig. 2D).

En corte transversal se observa una epidermis uniestratificada, constituida por células de contorno rectangular, paredes radiales engrosadas y cutícula estriada (Fig. 3B). Por debajo se disponen 2 a 3 estratos de células alargadas, de paredes engrosadas que contienen sustancias lipídicas (Fig. 2F; Fig. 3B). El mesocarpio está constituido por células parenquimáticas de gran tamaño, globosas y de paredes delgadas (Fig. 3B), con gotas lipídicas dispersas en su interior (Fig. 2F). En la zona límite entre mesocarpio y endocarpio las células parenquimáticas reducen su tamaño (Fig. 3B) y se observan escasas drusas de oxalato de calcio (Fig. 2E).

En el fruto inmaduro, el endocarpio está constituido por células elongadas radialmente que contienen polifenoles y gránulos de almidón (Fig. 2G); en contraste, en el fruto maduro presenta hidratos de carbono distintos al almidón (Fig. 2H). La tinción con cloruro férrico evidenció la presencia de polifenoles que se intensifica en las placentas y semillas (Fig. 2C). La semilla, de forma reiniforme, posee un tegumento seminal con engrosamientos en la base de las paredes radiales y en la cara tangencial interna de las células epidérmicas externas (pseudotricomas). La tinción con Dragendorff fue positiva y restringida a la cubierta seminal (Fig. 2I).

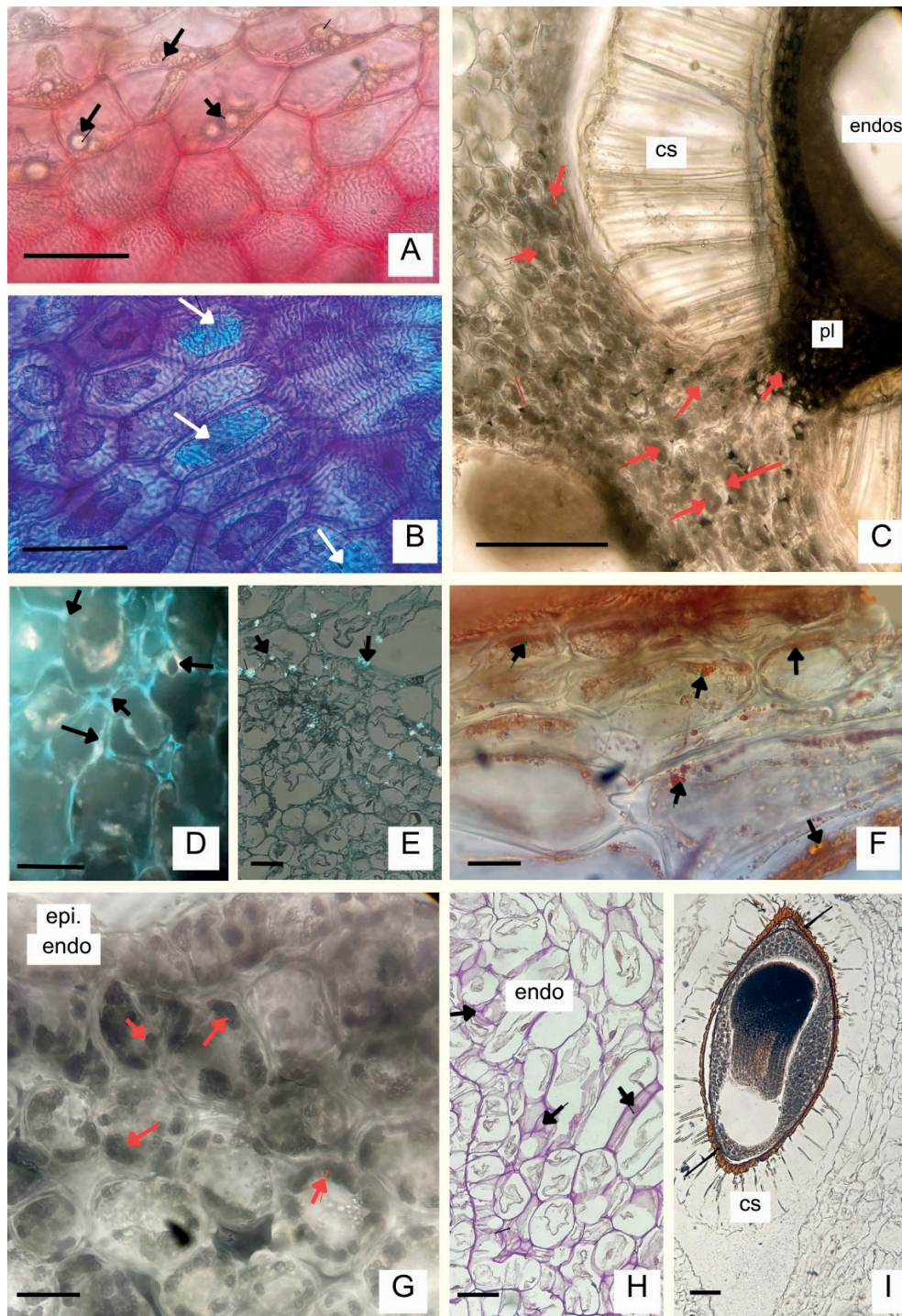


Fig. 2. *Salpichroa origanifolia* Fruto. A-B) Epidermis epicarpio en vista superficial: A) Rojo rutenio, flechas indican lípidos. B) Azul de cresilo, flechas indican mucilaginos. C-I) Sección transversal: C) FeCl_3 , flechas indican polifenoles. D) Mesocarpio, RPN y observación con MOF, flechas indican flavonoides y Ac fenilcarboxílicos. E) Mesocarpio, safranina fast-green y observación con luz polarizada, flechas indican drusas oxalato de calcio. F) Epicarpio y mesocarpio Sudan IV, flechas indican lípidos. G) Meso y endocarpio fruto inmaduro, Lugol, flechas indican gránulos de almidón. H) Endocarpio, reactivo de Schiff, flechas indican hidratos de carbono distintos al almidón. I) fruto inmaduro, endocarpio y semilla, Dragendorff, flechas indican alcaloides. cs: cubierta seminal; endo: endocarpio; endos: ➤

endosperma; epi. endo: epidermis del endocarpio; pl: placenta. Escalas: A, B, D, G, H, E: 100 μm ; C, F: 50 μm ; I: 150 μm .

Fig. 2. *Salpichroa origanifolia* fruit. A-B) Epicarp in surface view: A) Ruthenium red, arrows indicate lipids. B) Cresyl blue, arrows indicate mucilages. C-I) Cross sections: C) FeCl_3 , arrows indicate polyphenols. D) Mesocarp, RPN and FOM observation, arrows indicate flavonoids and phenyl-carboxylic acids. E) Mesocarp, safranin-fast-green staining observed under polarized light, arrows indicate calcium oxalate druses. F) Epicarp and mesocarp, Sudan IV, arrows indicate lipids. G) Mesocarp and endocarp of immature fruit, Lugol's solution, arrows indicate starch granules. H) Endocarp, Schiff's reagent, arrows indicate non-starch carbohydrates. I) Immature fruit, endocarp and seed; Dragendorff's reagent, arrows indicate alkaloids. cs: seed coat; endo: endocarp; endos: endosperm; epi. endo: epidermis of the endocarp; pl: placenta. Scale bars: A, B, D, G, H, E: 100 μm ; C, F: 50 μm ; I: 150 μm .

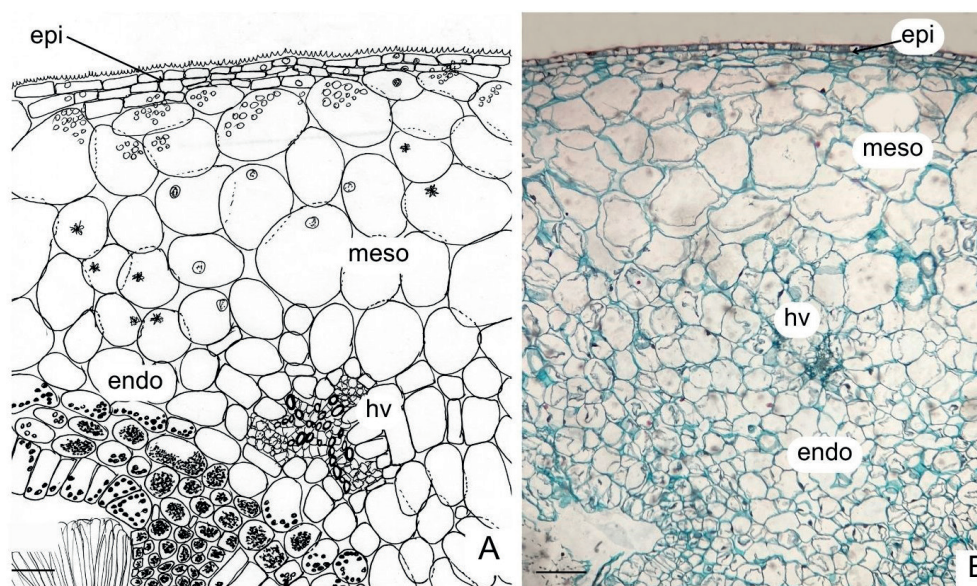


Fig. 3. *Salpichroa origanifolia*. Pericarpio en sección transversal. A) Esquema representativo. B) Micrografía, tinción safranina fast-green. hv: haz vascular; endo: endocarpio; epi: epicarpio; meso: mesocarpio. Escala: 100 μm .

Fig. 3. *Salpichroa origanifolia*. Pericarp in cross-section. A) Representative diagram. B) Micrograph, safranin fast-green staining. hv: vascular bundle; endo: endocarp; epi: epicarp; meso: mesocarp. Scale bar: 100 μm .

Composición nutricional

Los resultados de la composición proximal de los frutos maduros de *S. origanifolia* se muestran en la tabla 1. El componente mayoritario, después del agua, fue el de fibras con 4,6 %. El contenido de hidratos de carbono fue de 3,2 %, el de lípidos de 0,2 % y el proteico de 2,4%. Con estos valores se calculó el valor energético por porción que resultó de 24,2 Kcal 100g⁻¹.

Tabla 1. Composición proximal expresada en g 100g⁻¹ de fruto fresco. Humedad (AOAC 925.10). Materia Grasa (AOAC 920.85). Proteínas (AOAC 920.87). Contenido Mineral (AOAC 923.03). Fibra (AOAC 973.18). Carbohidratos por diferencia.

Table 1. Proximate composition expressed in g100g⁻¹ of fresh fruit. Moisture (AOAC 925.10). Fat (AOAC 920.85). Protein (AOAC 920.87). Mineral Content (AOAC 923.03). Fiber (AOAC 973.18). Carbohydrates by difference.

Componente (g 100g ⁻¹)	
Humedad (AOAC 925.10)	88,9
Materia Grasa (AOAC 920.85)	0,2
Proteínas (AOAC 920.87, factor: 6,25)	2,4
Contenido mineral (AOAC 923.03)	0,7
Fibra (AOAC 973.18)	4,6
Hidratos de Carbono (por diferencia)	3,2

Tabla 2. Composición de ácidos grasos expresada cada 100 g de muestra.

Table 2. Fatty acid composition expressed per 100 g of sample.

Tiempo de retención	Ácido Graso	%
18,007	C14:0 (ác. mirístico)	0,11
21,464	C16:0 (ac. palmítico)	14,46
23,151	C17:0 (ác. heptadecanoico)	0,10
24,782	C18:0 (ác. esteárico)	3,57
25,669	C18:1Δ9 (ác. oleico)	18,93
25,795	C18:1Δ11 (ác. vaccénico)	0,48
26,997	C18:2 (ac. linoleico)	53,71
28,502	C18:3 (ac. linolénico)	7,36
30,727	C22:0 (ác. behénico)	0,49
33,611	C24:0 (ác. lignocérico)	0,79

El contenido de ácidos grasos se detalla en la tabla 2. Los ácidos linoleico (C18:2) y oleico (C18:1 Δ 9) fueron los mayoritarios con 53 % y 18% respectivamente. El contenido de ácidos grasos insaturados (80%) fue ampliamente superior al de los saturados debido fundamentalmente a derivados mono o poliinsaturados de 18 carbonos.

El CPT, determinado por la técnica de Folin-Ciocalteu, fue de 360 mg GAE 100 g⁻¹ de material fresco, mientras que el contenido de flavonoides, determinado por reacción con cloruro de aluminio, fue de 164,5 mg RUTE 100 g⁻¹ de frutos frescos.

Mediante cromatografía en capa delgada se evaluó la presencia de alcaloides en frutos maduros e inmaduros y de ácido ascórbico en el fruto maduro. Se detectaron alcaloides por tinción con reactivo de Dragendorff en el extracto de fruto inmaduro pero no en el extracto de fruto maduro (Fig. 4A.) En las condiciones aplicadas no se detectó ácido ascórbico (Rf: 0,45) (Fig. 4C.). La evaluación fitoquímica del extracto metanólico por cromatografía en capa delgada automatizada permitió caracterizar, por comparación con sustancias de referencia y por tinción con RPN, flavonoides y ácidos cafeoilquímicos. Se observaron bandas coincidentes en Rf (relación de frentes) y coloración, con rutina (Rf = 0,3) e isoquercitrina (Rf: 0,46) (Fig. 4B).

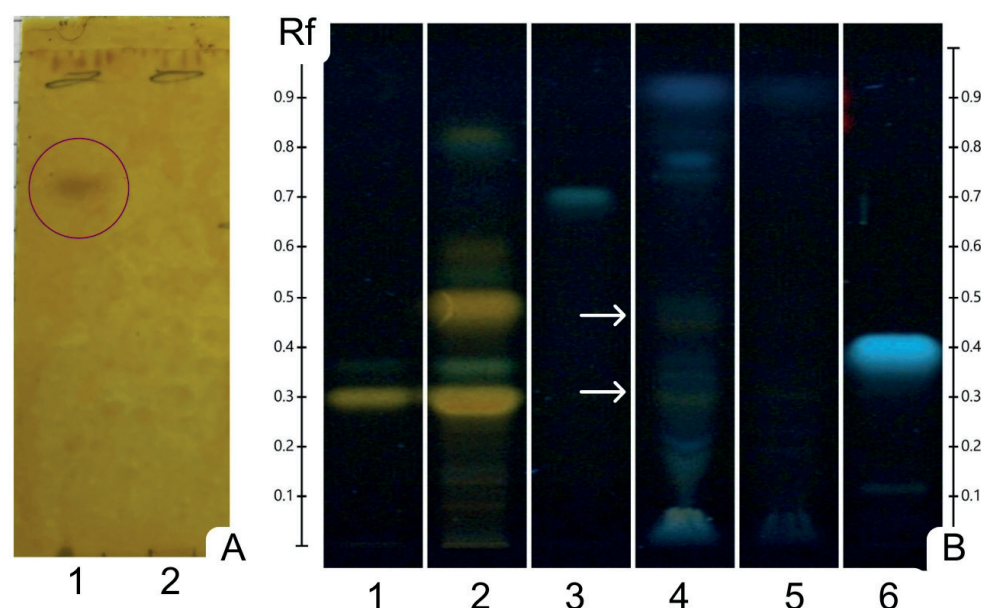


Fig. 4. Perfil químico de los extractos de frutos de *S. origanifolia* por cromatografía en capa delgada. A) FM: Tolueno/acetato de etilo/trietilamina (5:4:1) revelada con reactivo de Dagendorff. Calle 1: extracto clorofórmico fruto inmaduro, calle 2: extracto clorofórmico fruto maduro. B) FM: acetato de etilo/ metanol/acido fórmico/agua (100:13:11:26), revelada con RPN y observación UV 365 nm. Calles 1, 2, 3 y 6: marcadores comerciales (1 mg mL⁻¹); 1: rutina (Rf = 0,3), 2: rutina + isoquercitrina (Rf = 0,46), 3: ácido dicafeoilquinico (Rf = 0,7), 6: ácido clorogénico (Rf = 0,4). Calle 4: extracto metanólico (10 mg mL⁻¹), calle 5: extracto metanólico (5 mg mL⁻¹). C) FM: acetona/ tolueno/agua / ácido acético glacial (30:4:43:0,5), observación luz UV 254nm. Calle 1: extracto metanol/ agua (1:1), calle 2 y 3: marcador comercial ácido ascórbico (Rf = 0,45).

Fig. 4. Chemical profile of *S. origanifolia* fruit extracts by thin-layer chromatography A) MF: Toluene/ethyl acetate/triethylamine (5:4:1) derivatized with Dragendorff's reagent. Lane 1: chloroform extract of immature fruit, lane 2: chloroform extract of mature fruit. B) MF: ethyl acetate/methanol/formic acid/water (100:13:11:26), derivatized with NPR reagent and observed under UV light at 365 nm. Lanes 1, 2, 3, and 6: commercial markers (1 mg mL⁻¹); 1: rutin, 2: rutin + isoquercitrin (Rf= 0.46), 3: dicaffeoylquinic acid (Rf= 0.7), 6: chlorogenic acid (Rf= 0.4). Lane 4: methanolic extract (10 mg mL⁻¹), lane 5: methanolic extract (5 mg mL⁻¹). C) MF: acetone/toluene/water/glacial acetic acid (30:4:3:0.5), observed under UV light at 254 nm. Lane 1: metanol/water extract (1:1), lanes 2 and 3: commercial ascorbic acid marker (Rf= 0.45).

DISCUSIÓN

Los caracteres anatómicos observados en el fruto coincidieron en términos generales con los descritos por Wiemer *et al.* (2004): presencia de cutícula estriada, 2 a 3 capas de células con paredes engrosadas ubicadas por debajo de la epidermis y un mesocarpio constituido por células parenquimáticas de gran tamaño y paredes delgadas. Sin embargo, no se observaron tricomas en la epidermis como reportan dichos autores (Wiemer *et al.*, 2004). Al igual que lo informado por Roth (1977), se corroboró la ausencia de células esclerosadas en el pericarpio, por lo que se considera al fruto como una baya primitiva.

Estos caracteres anatómicos permitieron confirmar la identificación botánica de la especie, un requisito fundamental en los marcos regulatorios de seguridad alimentaria, particularmente en el caso de plantas silvestres o subutilizadas cuyo consumo no está estandarizado (FAO, 2018).

En cuanto a la localización histoquímica de metabolitos especiales en los distintos tejidos del pericarpio, se comprobó la presencia de lípidos en los estratos de células que se ubican por debajo de la epidermis mediante tinción con Sudan IV y rojo rutenio, se detectaron drusas de oxalato de calcio en el mesocarpio y polifenoles en la zona límite entre el meso y el endocarpio, así como en las placentas y la cubierta seminal. La localización histoquímica de metabolitos especiales no había sido reportada previamente para la especie.

Si bien el trabajo de Bustos *et al.* (2026) evalúa y cuantifica compuestos bioactivos previamente extraídos, no aborda la organización tisular de los mismos en el fruto. La localización histoquímica resulta relevante no solo desde el punto de vista morfológico, sino también para comprender los mecanismos de acumulación y protección de estos compuestos en los distintos compartimentos del fruto (Zagoskina *et al.*, 2023).

Asimismo, la presencia de almidón en las capas internas del endocarpio en el fruto inmaduro, identificada mediante la tinción con reactivo de Lugol, coincide con lo descrito por Wiemer *et al.* (2004). Según estos autores, dichos gránulos se transforman en azúcares simples (hexosas, cetosas) durante la maduración, lo que le otorga al fruto su consistencia blanda y su sabor dulce característico, fenómeno consistente con los cambios en el perfil de azúcares reportados por Bustos *et al.* (2026) entre los estadios verde inmaduro y blanco maduro.

Un hallazgo de particular relevancia para la seguridad alimentaria fue la detección de alcaloides exclusivamente en frutos inmaduros y en la cubierta seminal, siendo indetectables en los frutos maduros. Esta transición química es característica de numerosas solanáceas, donde los glucoalcaloides, potencialmente tóxicos y de sabor amargo, se degradan o transforman en metabolitos no tóxicos durante la maduración (Milner *et al.*, 2011). El patrón observado es consistente con una función defensiva frente a herbívoros en estadios tempranos, que disminuye al alcanzar la madurez para favorecer la dispersión de semillas (Abdelsalam *et al.*, 2025). Desde una perspectiva toxicológica, estos resultados tienen implicancias prácticas directas: sugieren que el consumo seguro del fruto debe restringirse al estado maduro, minimizando el riesgo de efectos adversos gastrointestinales o sistémicos (Rajput *et al.*, 2022). Esta información es especialmente valiosa dado que *S. organifolia* pertenece a una familia botánica frecuentemente asociada con intoxicaciones y el temor al envenenamiento ha sido señalado como una de las principales barreras para su consumo (Turner y Von Aderkas, 2009). El presente trabajo es el primero en aportar evidencia experimental sobre la distribución de alcaloides en el fruto en función del estado de madurez en esta especie.

Sin embargo, es necesario profundizar su estudio, debido a que no todos los alcaloides dan reacción positiva con el reactivo de Dragendorff. Los datos obtenidos son un aporte para la elaboración de fichas técnicas de inocuidad, guías de recolección y normativas que regulen el uso de especies silvestres comestibles en mercados locales o regionales (Tardío *et al.*, 2006).

Los resultados de composición proximal indicaron que el fruto presenta características nutricionales que respaldan su potencial como alimento no convencional de origen nativo. Su bajo valor energético ($24,2 \text{ kcal} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) se asocia al elevado contenido de agua y al bajo tenor lipídico, posicionándolo dentro del grupo de frutos de baja densidad calórica, comparable con diversas frutas frescas ampliamente consumidas como la frutilla ($32 \text{ kcal} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) o la naranja ($47 \text{ kcal} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). El contenido de fibra ($4,6 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) resultó comparativamente elevado respecto a frutos de consumo masivo como el tomate ($2,1 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$), lo que le confiere interés funcional considerando el rol de la fibra en la regulación del tránsito intestinal y en la prevención de enfermedades metabólicas (Gill *et al.*, 2021; Kario *et al.*, 2024). El contenido proteico ($2,4 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) fue también destacable frente a otras bayas (uvas verdes ($0,9 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) o arándanos ($0,7 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) (United State department of Agriculture (USDA), 2024), rasgo previamente señalado por Rapoport *et al.* (2009) y Kinupp (2007) como una de las principales virtudes nutricionales de la especie.

El perfil detallado de ácidos grasos del fruto de *S. organifolia* no había sido abordado previamente. En nuestro análisis, el bajo contenido lipídico del fruto ($0,2 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) indica que su contribución absoluta a la ingesta diaria es limitada. No obstante, la calidad de esta fracción lipídica es destacable debido al predominio de ácidos grasos insaturados (80%), con los ácidos linoleico (53%) y oleico (18%) como componentes mayoritarios. Estos compuestos son precursores esenciales de las series omega-3 y omega-6, configurando un perfil consistente con las recomendaciones internacionales que sugieren priorizar el consumo de grasas insaturadas de origen vegetal (OMS, 2023; Harvard T.H. Chan School of Public Health, 2026).

El fruto además se destaca por presentar un contenido significativo de compuestos fenólicos totales ($360 \text{ mg GAE} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) y flavonoides ($164,5 \text{ mg RUTE} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), niveles comparables a los de otras fuentes relevantes de compuestos bioactivos como el arándano ($398 \text{ mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$ y $161 \text{ mg RUTE } 100 \text{ g}^{-1}$ de peso fresco respectivamente) (USDA, 2024), fruto valorado por su alto contenido de polifenoles y consecuente actividad antioxidante (Li *et al.*, 2017). Los valores obtenidos son consistentes con los valores de compuestos fenólicos reportados por Bustos *et al.* (2026) para la misma especie, lo que refuerza la robustez de ambos estudios y confirma el potencial antioxidante del fruto. En el presente trabajo la determinación del contenido de polifenoles y flavonoides fue complementada con la caracterización fitoquímica por CCD automatizada que permitió caracterizar flavonoides y ácidos cafeoilquínicos por comparación con estándares de referencia, detectándose bandas coincidentes con rutina e isoquercitrina, compuestos con

reconocida actividad antioxidante y antiinflamatoria (Rudrapal *et al.*, 2024; Sun *et al.*, 2024). Además de los datos cuantitativos y cualitativos de polifenoles totales y flavonoides, en el presente trabajo se analizó la localización histoquímica de los polifenoles, confirmando su presencia en el endocarpio, placentas y semillas. Esto sugiere un rol fisiológico en la protección frente al estrés oxidativo y durante el proceso de maduración, fenómeno también descrito en otras especies frutales (Zagoskina *et al.*, 2023).

Si bien Bustos *et al.* (2026) detectan ácido ascórbico en frutos maduros de *S. organifolia* mediante titulación ($1,94 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) y Rapoport *et al.* (2009) reportó un contenido de vitamina C de $1,9\text{-}2,5 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, este compuesto no fue detectado en el presente trabajo mediante CCD. Los valores reportados por los autores citados son notablemente bajos en comparación con otros frutos como la naranja ($59,1 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$). Por lo tanto, la ausencia de detección en este estudio podría atribuirse a la presencia de formas redox alternativas del ácido ascórbico en la muestra, que presentan patrones de desplazamiento cromatográfico diferentes a los de la solución de referencia utilizada (Pilarski, 2023).

Desde una perspectiva productiva y alimentaria, el contenido de fibra dietaria ($4,6 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) resulta relevante para su incorporación como ingrediente funcional en productos procesados, como barras de cereal, harinas compuestas o suplementos dietarios, considerando la demanda creciente de fibra en la industria de alimentos funcionales (Gill *et al.*, 2021). Finalmente, el elevado contenido de polifenoles totales y flavonoides abre perspectivas para el desarrollo de extractos naturales con actividad antioxidante, con posibles aplicaciones como conservantes naturales en matrices alimentarias o como ingredientes activos en formulaciones cosméticas (Rudrapal *et al.*, 2024).

El fruto maduro de *S. organifolia* reúne un conjunto de características que lo posicionan favorablemente en el marco de los sistemas alimentarios sostenibles promovidos por la FAO (2018). Se trata de una especie nativa, ya adaptada a las condiciones climáticas y edáficas locales, que crece de manera espontánea en bordes de caminos, terrenos baldíos y áreas periurbanas sin requerir insumos agrícolas, riego artificial ni manejo intensivo (Rapoport *et al.*, 2009). Esta capacidad de crecimiento autónomo reduce significativamente su huella ambiental en comparación con cultivos convencionales de frutos similares, y la convierte en un recurso de bajo costo de producción y alta accesibilidad para comunidades rurales y periurbanas (Hunter *et al.*, 2012). En el contexto del cambio climático y la creciente presión sobre los sistemas de producción de alimentos, la incorporación de plantas alimenticias no convencionales como *S. organifolia* a la dieta representa una estrategia concreta para diversificar las fuentes de nutrientes, reducir la dependencia de cultivos intensivos y fortalecer la resiliencia de los sistemas alimentarios locales (Termote *et al.*, 2012; Baldermann *et al.*, 2016).

La valorización de esta especie a través de su caracterización integral, como la aportada en el presente trabajo, es un paso necesario para su incorporación a cadenas de valor regionales, su potencial cultivo semi-intensivo y su inclusión en políticas públicas de soberanía alimentaria.

CONCLUSIÓN

Los frutos de *S. organifolia* reúnen un conjunto de características que los posicionan favorablemente en el marco de los sistemas alimentarios sostenibles promovidos por la FAO (2018). Se determinó la localización tisular de metabolitos especiales en el pericarpio, aportando bases estructurales para comprender los mecanismos de acumulación y protección de compuestos bioactivos durante el desarrollo del fruto. Desde una perspectiva de seguridad alimentaria, se detectó una reacción positiva compatible con la presencia de alcaloides mediante el reactivo de Dragendorff, restringida al fruto en estado inmaduro y a la cubierta seminal. Si bien este resultado debe confirmarse mediante técnicas más específicas, dado que el reactivo de Dragendorff puede generar falsos positivos con otros metabolitos no nitrogenados, constituye un indicio preliminar que sugiere prudencia respecto al consumo del fruto inmaduro y la cubierta seminal. Finalmente, el análisis proximal y fitoquímico posiciona a este fruto nativo como un alimento no convencional de alto potencial nutricional y funcional, caracterizado por su bajo valor calórico, un aporte significativo de fibra y proteínas, un perfil lipídico predominantemente insaturado rico en ácidos linoleico y oleico y una notable capacidad antioxidante respaldada por la presencia de polifenoles y flavonoides.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Bioq. Regina Formigli por el análisis de composición proximal y a la Bioq. Monica Hourcade del Laboratorio de Análisis de CG/EM de la UNR. Este trabajo fue financiado con fondos provenientes del Área de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de la Universidad Nacional de Rosario.

CONFLICTOS DE INTERESES

No existen conflictos de intereses entre autores o con terceros.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdelsalam, A., Mahran, E., Mohamed, E. T., Boroujerdi, A. y Aly, H. (2025). Maturity related metabolomic analysis of *Balanites aegyptiaca* fruits with in vitro and in silico cytotoxicity evaluation. *Scientific Reports* 15 (1): 31035.
- Arias Toledo, B., Trillo, C., Saur Palmieri, V., Torrico Chalabe, J. K., Battistón, L. V., Cittadini, M. C. y Garello, M. J. (2023). Breve recorrido por alimentos silvestres de los ambientes naturales de Córdoba: Incluye recetas, valores nutricionales y técnicas de reproducción. ISBN: 978-987-3701-29-0
- Asociación Oficial de Químicos Orgánicos (AOAC) Official Methods (1998). <http://www.aocofficialmethod.org/>
- Baldermann, S., Blagojević, L., Frede, K., Klopsch, R., Neugart, S., Neumann, A. y Schreiner, M. (2016). Are neglected plants the food for the future?. *Critical Reviews in Plant Sciences* 35 (2): 106-119.
- Badria, F. A. y Aboelmaaty, W. S. (2019). Plant Histochemistry: A versatile and indispensable tool in localization of gene expression, enzymes, cytokines, secondary metabolites and detection of plants infection and pollution. *Acta Scientific Pharmaceutical Sciences* 3 (7): 88-100.
- Barboza, G., Zuloaga, F. O., Belgrano, M. J. y Anton, A. M. (2013). Flora Argentina- Vol. 13 Dicotyledoneae Solanaceae. IBODA ImBIV, Conicet, Buenos Aires.
- Bligh, E. G. y Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology* 37 (8): 911-917.
- Burkart, A. E. (1979). Flora ilustrada de Entre Ríos (Argentina): Dicotiledóneas metaclamideas (gamopétalas), A: Primulales a plantaginales (Vol. 6). República Argentina. Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería de la Nación. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Bustos, G. R., Paez, M. E., Hirsch, M., Marina, M. y Villarreal, N. M. (2026). Quality and bioactive compound dynamics during ripening of *Salpichroa organifolia* fruit: A South American native species with nutraceutical value. *Journal of Berry Research* 16 (2): 103-114.
- Combrinck, S., Du Plooy, G. W., McCrindle, R. I. y Botha, B. M. (2007). Morphology and histochemistry of the glandular trichomes of *Lippia scaberrima* (Verbenaceae). *Annals of Botany* 99 (6): 1111-1119.
- D'Ambrogio de Argüeso, A. (1986). Manual de técnicas en histología vegetal. 1^{er} Ed., editorial Hemisferio Sur.
- De Nucci, G., Diez de Ulzurrun, F., López Méndez, P. y Dajil, A., (2022) Malezas comestibles: participación ciudadana en la valoración de especies vegetales de crecimiento espontáneo con potencial alimenticio 1^aed. Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata.

- Jilani, A., Legseir, B., Soulimani, R., Dicko, A. y Younos, C. (2006). New extraction technique for alkaloids. *Journal of the Brazilian Chemical Society* 17 (3): 518-520. <https://doi.org/10.1590/S0103-50532006000300013>
- FAO. (2018). Future smart food – Rediscovering hidden treasures of neglected and underutilized species for Zero Hunger in Asia. X. Li & K. H. M. Siddique (Eds.). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2012). Grasas y ácidos grasos en nutrición humana: consulta de expertos. Granada: Fundación Iberoamericana de Nutrición (FINUT). Estudios FAO de alimentación y nutrición, 91.
- Gattuso, M. A. y Gattuso, S. J. (2002). Técnicas Histológicas en Material Vegetal. UNR editora, Rosario pp. 62-74.
- Gill, S. K., Rossi, M., Bajka, B. y Whelan, K. (2021). Dietary fibre in gastrointestinal health and disease. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology* 18 (2): 101-116.
- Hartman, L. y Lago, R. C. A. (1973). Rapid determination of fatty acid methyl esters from lipids. *Laboratory Practice* 22 (7): 475-476.
- Harvard T.H. Chan School of Public Health. (2026). Dietary Guidelines for Americans 2025-2030. The Nutrition Source. <https://nutrition-source.hsph.harvard.edu/2026/01/09/dietary-guidelines-for-americans-2025-2030/>
- Hunter, D. y Heywood, V. (Eds.) (2011), *Parientes silvestres de los cultivos: Manual para la Conservación In Situ*. Bioersity International, Roma, Italia. 1ª. ed. ISBN 978-92-9043-886-1
- Kario, K., Okura, A., Hoshide, S. y Mogi, M. (2024). The WHO Global report 2023 on hypertension warning the emerging hypertension burden in globe and its treatment strategy. *Hypertension Research* 47 (5): 1099-1102.
- Kinupp, V. (2007). Plantas alimenticias não-convencionais da região metropolitanade Porto Alegre, RS. Tesis doctoral Fac. Agronomia, Univ. Fed. Rio Grande do Sul, 562 pp.
- Lahitte, H. B., Hurrel, J. A., Mehlreter, K. y Belgrano, M. J. (2004). Plantas de la costa: las plantas nativas y naturalizadas más comunes de las costas del Delta del Parana, Isla Martin Garcia y Ribera Platense. Buenos Aires: Literature of Latin America (L.O.L.A.).
- Li, D., Li, B., Ma, Y., Sun, X., Lin, Y. y Meng, X. (2017). Polyphenols, anthocyanins, and flavonoids contents and the antioxidant capacity of various cultivars of highbush and half-high blueberries. *Journal of Food Composition and Analysis* 62: 84-93.
- Martinez Crovetto, R. (1981). Las plantas utilizadas en medicina en el noroeste de Corrientes (República Argentina).
- Milner, S. E., Brunton, N. P., Jones, P. W., O'Brien, N. M., Collins, S. G. y Maguire, A. R. (2011). Bioactivities of glycoalkaloids and their aglycones from Solanum species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59 (8): 3454-3484.

- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2023). Saturated fatty acid and trans-fatty acid intake for adults and children: WHO guideline. World Health Organization.
- Perez, A. N. y Tomasi, V. H. (2002). Tinción con azul brillante de cresilo en secciones vegetales con parafina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 37 (3-4): 211-215.
- Peter, E. L., Kaligirwa, A. y Lukwago, T. (2019). Stability indicating high-performance thin-layer chromatography method for estimation of ascorbic acid in *Hibiscus sabdariffa* L. aqueous extract. *Journal of Complementary Medicine Research* 10: 50-57.
- Pilarski, B., Wyrzykowski, D. y Młodzianowski, J. (2023). A New Approach for Studying the Stability and Degradation Products of Ascorbic acid in Solutions. *Journal of Solution Chemistry* 52: 639-657.
- Rajput, A., Sharma, R. y Bharti, R. (2022). Pharmacological activities and toxicities of alkaloids on human health. *Materials Today: Proceedings* 48: 1407-1415.
- Rapoport, E., Marzocca, A. y Drausal, B. (2009). Malezas comestibles del Cono sur. Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina.
- Roth, I. (1977). Fruits of angiosperms. *Encyclopedia of plant anatomy*. Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- Rudrapal, M., Rakshit, G., Singh, R. P., Garse, S., Khan, J. y Chakraborty, S. (2024). Dietary polyphenols: review on chemistry/sources, bioavailability/metabolism, antioxidant effects, and their role in disease management. *Antioxidants* 13 (4): 429.
- Ruzin, S. E. (1999). Plant microtechnique and microscopy (Vol. 198, p. 322). New York: Oxford University Press.
- Singleton, V. L. y Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture* 16 (3): 144-158.
- Strittmatter, C. (1979). Modificación de una técnica de coloración Safranina-Fast green. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 18: 121-122.
- Sun, S., Liu, Z., Lin, M., Gao, N. y Wang, X. (2024). Polyphenols in health and food processing: Antibacterial, anti-inflammatory, and antioxidant insights. *Frontiers in Nutrition* 11: 1456730.
- Tardío, J., Pardo-de-Santayana, M. y Morales, R. (2006). Ethnobotanical review of wild edible plants in Spain. *Botanical journal of the Linnean Society* 152 (1): 27-71.
- Termote, C., Bwama Meyi, M., Dhed'a Djailo, B., Huybregts, L., Lachat, C., Kolsteren, P. y Van Damme, P. (2012). A biodiverse rich environment does not contribute to a better diet: a case study from DR Congo. *PloS one* 7 (1): e30533.
- Turner, N. J. y Von Aderkas, P. (2009). The North American guide to common poisonous plants and mushrooms. Timber Press.
- United State Department of Agriculture (USDA) Food Data Central (2024). <https://fdc.nal.usda.gov/>

- Wagner, H. y Bladt, S. (1996). Plant drug analysis: a thin layer chromatography atlas. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Wiemer, A. P., Cosa, M. T. y Dottori, N. (2004). Desarrollo y estructura de fruto y semilla de *Salpichroa organifolia* (Solanaceae). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 39 (1-2): 41-50.
- Zagoskina, N. V., Zubova, M. Y., Nechaeva, T. L., Kazantseva, V. V., Goncharuk, E. A., Katanskaya, V. M., Baranova, E. N. y Aksenova, M. A. (2023). Polyphenols in Plants: Structure, Biosynthesis, Abiotic Stress Regulation, and Practical Applications (Review). *International Journal of Molecular Sciences* 24 (18): 13874. <https://doi.org/10.3390/ijms241813874>
- Zarlavsky, G. E. (2014). Histología Vegetal: técnicas simples y complejas. Sociedad Argentina de Botánica, Buenos Aires, 198.
- Zhishen, J., Mengcheng, T. y Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food chemistry* 64 (4): 555-559.