

Morfología foliar de *Polylepis australis* Bitter (Rosaceae) en el Valle de Tafí, Tucumán, Argentina. Algunas consideraciones sobre el complejo de flavonoides

por Graciela Ponessa¹; M. Laura Tereschuk² y Lidia Rosa Abdala²

1. Fundación Miguel Lillo, Área Botánica, Miguel Lillo 251, (4000) San Miguel de Tucumán, Argentina.

2. Cátedra de Química Orgánica y Biológica, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Tucumán. Miguel Lillo 205, (4000) San Miguel de Tucumán.

Summary

«Foliar morphology of *Polylepis australis* Bitter (Rosaceae) in Tafí del Valle, Tucumán, Argentina. Some regards about the complex of flavonoids». The species *Polylepis australis* Bitter «queñoa» is a tree of 3-6 (8) m high which colonizes between 1,680 and 2,800 m over sea level. This range of height represents the tree altitude level in the high mountains. The material has been collected in Tafí del Valle (2,000 m over sea level). The external-internal structures of the leaves have been analyzed using the following techniques: magnifying glass, O.M., T.E.M. and S.E.M. The leaves have been stained with «hematoxilin-eosin» and «staining-fast green». The anatomical features of leaves like length and width, stomatic density, and thickness of tissues, have been measured. Compound and imparipinnate leaves with 5-7 foliols have been registered, as well as, in transversal cuttings, dorsiventral and hypostomatic leaves with abaxial and adaxial single-layered epidermis have been noted. Three types of appendix skins have been identified under epidermis: the palisade (2-3 layers), spongy mesophyll uniform stomas, and anomocytic stomas. These structural characteristics are supposed to be a behavior of adaptation to the mesomorphic environment. The chromatographic profile of flavonoid contents have been analyzed and their results discussed.

Key words: *Polylepis australis*, queñoa, Rosaceae, Tafí del Valle, Tucumán, Argentina, leaf morphology, flavonoids.

Introducción

En el sur y centro de América, *Polylepis* posee alrededor de 30 especies distribuidas en las regiones montañosas y, según Hueck (1978), la especie más austral es *Polylepis australis* Bitter —«queñoa»—. En Tucumán se extiende desde los 1.680 m snm hasta los 2.800 m snm y con-

forma bosques caducifolios. Se presenta en los valles formando matorrales o islas en los sitios donde se concentra la humedad. Es una especie que junto a *Alnus acuminata* H.B.K. consolida el suelo y es la que asciende a mayor altura (Digilio *et al.*, 1966).

Hasta la actualidad los estudios vinculados al tema son escasos, citándose una descripción exomorfológica (Digilio *et al.*, 1966) y un análisis anatómico (Ancibor, 1975). Este último realizado a fin de comparar a esta especie con *P. tomentella*. Con respecto al hábitat, varios investigadores han estudiado las modificaciones que experimentan diversas especies cuando están expuestas a distintos ambientes (variación de la radiación, temperatura, humedad, presión de CO₂, entre otros factores) (Korner, 1989; Napp-Zinn, 1974; Pieters, 1960; Vieira *et al.*, 1962; Watson, 1942; Weaver *et al.*, 1950), con un interés especial por las adaptaciones que experimentan las plantas en ambientes de altura (Ancibor, 1980; González y Ponessa, 1985, 1988; Hueck, 1978; Korner *et al.*, 1980).

El objetivo del presente trabajo es estudiar la estructura foliar y discutir las relaciones sistémicas de sus flavonoides.

Materiales y métodos

Área de estudio. Se localiza en el Valle de Tafí, a 1.800 m snm, cuya orientación NNW-SSE permite el ingreso de las corrientes húmedas del SE, incrementando las precipitaciones. El clima para la zona fue definido de acuerdo a la clasificación de Köppen como BS kwb (de estepa) frío, con veranos templados e inviernos secos. La temperatura media en enero es de 10-20°C y en julio de 8-10°C (Santillán de Andrés y Ricci, 1980). Se presentan grandes amplitudes térmicas entre el día y la noche; los vientos son moderados en verano y fuertes en invierno.

Material de estudio. Para el análisis de la estructura anatómica se tomaron ramas de ubicación periférica, a la mitad de la copa con orientación norte. De cada rama se consideró la quinta hoja a partir del ápice y se procesó el folíolo terminal. Se estudiaron cuatro ejemplares

en igual estado fenológico, y además se tuvo en cuenta la edad y el buen estado sanitario. El especial o particular cuidado en la obtención de la muestra es para que las variaciones propias del folíolo en distintas orientaciones de la copa no sean interpretadas como variaciones entre individuos. El material herborizado se incorporó al herbario de la Fundación Miguel Lillo.

El material foliar para estudio de microscopio óptico (M.O.) se fijó en F.A.A. Se efectuaron inclusiones en parafina Johansen (1940) y cortes transversales de semilamina y pecíolo de 5-7 µm de espesor. Se coloreó con safranina fast-green Dizeo de Strittmatter (1979) y hematoxilina-eosina Brown (1969) y la observación a nivel del M.O. se efectuó en un microscopio Wild M 20. Los dibujos se realizaron con el auxilio de una cámara clara, y para los esquemas se utilizó la simbología de Metcalfe y Chalk (1972).

El material para microscopía electrónica de barrido se fijó en glutaraldehído fosfato y se procesó en el Laboratorio de Microscopía Electrónica del Noroeste Argentino (LAMENOA) para ser observados en un equipo Jeol J S M T (Mercer, 1979).

La cuantificación de los tejidos se realizó en un analizador de imágenes Macintosh. Los parámetros cuantificados fueron: espesor de semilamina del folíolo terminal, epidermis adaxial y abaxial, mesófilo en empalizada y esponjoso, longitud estomática y densidad estomática (tabla 1).

Material examinado. Para los estudios exomorfológicos se consultó el material de Herbario de la Fundación Miguel Lillo, que se transcribe: Dpto. Tafí, loc. El Rincón, a 16 km de Tafí del Valle, alt. 2.350 m snm, 9-IV-1986, A. Slanis y F. Vervoort, 590509 (LIL). Dpto. Tafí del Valle, alt. 1960 m snm, X-1969, F. Vervoort 561867 (LIL). Dpto. Tafí, Qda. antes de llegar a Salta, alt. 2.100 m snm, X-1963.

E. Juárez 480479 (LIL). Dpto. Tafí, La Ciénaga, alt. 2.500 m snm, IV-1926, Rodríguez 89313 (LIL). Dpto. Tafí, Tafí del Valle, alt. 2.100 m snm, 1950 Hueck 391084 (LIL). Dpto. Tafí, Tafí del Valle, alt. 2.000 m snm, IX-1949, M. Palacio 272561 (LIL). Dpto. Tafí, Tafí, Quebrada de la Ciénaga, alt. 2.700 m snm, X-1924, Schreiter 89339 (LIL). Dpto. Tafí, Tafí del Valle, alt. 2.100 m snm, X-1959, T. Meyer 507195 (LIL). Dpto. Tafí, Quebrada de los Aliños a 3 km del camino, alt. 2.100 m snm, X-1915, Lillo 89352 (LIL). Dpto. Tafí, La Ovejera, alt. 2.100 m snm, X-1974, R. Legname 557741 (LIL). Dpto. Tafí, La Ciénaga, alt. 250 m snm, 15-XI-1923, Schreiter 34590 (LIL). Dpto. Tafí, La Ciénaga, alt. 2.800 m snm, 29-I-1950, H. Sleumer, 301784 (LIL). Dpto. Tafí, La Quebradita, alt. 2.100 m snm, X-1934 Schreiter 89324 (LIL). Dpto. Tafí, Valle de San José-Mala Muerte, alt. 2.500 m snm, 18-II-1949 Sparre 244995 (LIL). Dpto. Tafí Puente Padre Jean Granet, alt. 2.230 m snm, 9-XI-1993, G. Ponessa y M. Parrado, 597202, 597203, 597204, 597205 (LIL). Dpto. Chicligasta, Estancia Las Pavas, alt. 2.500 m snm, XI-1926, S. Venturi 89353 (LIL). Dpto. Chicligasta, Laguna del Tesoro, alt. 2.100 m snm, 18-X-1969, P. Legname 509190 (LIL). Dpto. Chicligasta, Saladillo, alt. 1.620 m snm, 18-V-1948, T. Meyer 211938, Dpto. Chicligasta, Laguna del Tesoro, alt. 2.000 m snm. A. Vaca 503388 (LIL). Dpto. Chicligasta, Estancia Las Pavas, alt. 2.500 m snm, XI-1926. S. Venturi 89309 (LIL). Dpto. Chicligasta, La Cascada de las Cuevas, alt. 2.800 m snm, III-1949, T. Meyer 24728 (LIL). Dpto. Chicligasta, Laguna del Tesoro hacia el Río Cochuna, alt. 1.820 m snm, IX-1973 F. Ververst 559284 (LIL). Dpto. Trancas, Pie de la Cuesta, alt. 1.700 m snm S. Venturi 53938 (LIL). Dpto. Burruyacu, Sierra del Nogalito, Quebrada Las Asperezas, alt. 1.680 m snm III-1961 F. Ververst 293908 (LIL). Dpto. Burruyacu, Cumbre del Cerro del

Campo, alt. 2.500 m snm IV-1925 S. Venturi 89876 (LIL). Dpto. Burruyacu, Cerro de Medina, alt. 1.500 m snm III-1914 L. Monetti 53935 (LIL).

Para estudios anatómicos. Argentina, Tucumán, departamento Tafí, localidad Tafí del Valle. Puente Padre Jean Granet a 2.230 m snm, 9-XI-1993, G. Ponessa y M. Parrado 597202/203/204/205.

Para el estudio del perfil cromatográfico de los flavonoides foliares se utilizaron hojas secadas en corriente de aire a temperatura ambiente. La preparación de las muestras, las técnicas de extracción, separación y purificación cromatográficas, de hidrólisis y análisis fueron similares en su mayor parte a los procedimientos descritos, salvo algunas modificaciones, en la bibliografía existente (Harborne, 1963, 1967; Mabry *et al.*, 1970; Neumann *et al.*, 1980; Timmermann, 1980). Los extractos puros de cada compuesto fueron analizados en un espectrofotómetro Metrolab modelo 2.600, siguiendo las técnicas descriptas por Mabry (1970) y Markham (1982).

Los azúcares se analizaron por cromatografía con testigos puros (glucosa, galactosa, ramnosa, arabinosa y xilosa), ascendente en papel Whatman n° 1, usando como solvente BUPI (n-butanol-piridina-agua 6:4:3), o en placas de celulosa y EPAW (acetato de etilo-piridina-ácido acético-agua 36:36:7:21) como solvente. En ambos casos el revelado se realizó con Reactivo de Patridge, calentando luego 10 minutos en estufa a 100°C.

Resultados

Exomorfología del folíolo terminal. Hoja compuesta imparipinnada, 5-7 folíolos insertos en braquiblastos de 3-8 cm de longitud (1-3 cm de pecíolo), raquis pubescente, acanalado en la superficie adaxial. Pecíolo adpreso, piloso en la

extremidad inferior de su cada adaxial. Vaina rómbica de 7-15 mm de longitud, papirácea, castaño ferrugínea con pelos conspicuos insertos en ambas epidermis sobre la márgenes y confluentes al polo distal.

Peciolulo muy breve pubescente y con una protuberancia en el punto de inserción en los folíolos dispuestos de a pares. Folíolo abovado-oblongo de 15-40 mm de longitud por 7-15 mm de latitud, ápice obtuso, a veces emarginado, base oblicua, asimétrica, borde crenado, aserrado, nervio medio prominente abaxialmente.

Anatomía del folíolo terminal. La lámina presenta en corte transversal forma de V en ángulo obtuso, dorsiventral, hipostomática (figura 1A). La epidermis está constituida por un estrato de células poligonales de paredes rectas, siendo la epidermis abaxial más papiloso que la adaxial y ambas presentan finas estrías cuticulares (figura 2A y B).

El aparato estomático es de tipo anomocítico con estomas por debajo del nivel de las células epidérmicas típicas (figura 2C). Los tricomas son de tres tipos: a) unicelulares; b) bicelulares glandulares; c) papilas, y están presentes en ambas epidermis. Clorénquima en empalizada 2-(3) estratos; el esponjoso es uniforme con células dispuestas en forma laxa.

El haz vascular del nervio medio es semiesférico, colateral con vaina parenquimática completa formando un cuello de botella hacia la epidermis adaxial. El colénquima abaxial subepidérmico es de 1-2 estratos, formando un casquete. Los haces vasculares menores son circulares, colaterales y con vaina parenquimática completa (figura 1A).

Anatomía del peciolulo. En corte transversal es subcircular cóncavo adaxialmente. El haz vascular es único subcircular colateral. El tejido parenquimático es homogéneo. La epider-

mis posee estomas bajo el nivel de las células epidérmicas y colénquima subepidérmicos (figura 1B).

Discusión y conclusión

Polylepis australis comparte los siguientes caracteres citados a nivel de familia por Metcalfe y Chalk en 1972: epidermis con papilas, estomas anomocíticos, apéndices secretores y cristales solitarios.

Ancibor (1975) estudia detalladamente la anatomía de *P. tomentella*, especie con una distribución altitudinal mayor que *P. australis* (3.700 a 4.700 m snm y 1.680 a 2.800 m snm respectivamente) y con fines comparativos analiza a la última especie en una población ubicada en el límite austral del género y encuentra diferencias: un mayor número de folíolos, menos pubescencia, un solo tipo de apéndices exodérmicos, papilas restringidas a la epidermis abaxial, menor desarrollo del mesófilo en empalizada, estomas hundidos no dispuestos en criptas en *P. australis* con respecto a la primera especie y realizó además una experiencia de aclimatación de ambas especies, encontrando que bajo condiciones similares (a nivel del mar), las estructuras se vuelven semejantes. En lo que corresponde a *P. tomentella* experimenta grandes cambios, pasa de caracteres xeromorfos a mesomorfos, como reducción de la protección contra la pérdida de agua, cambia en general las características xeromorfas a mesomorfas, mientras que *P. australis* no modifica sus caracteres.

Nosotros encontramos algunas diferencias respecto a las observaciones de Ancibor (1975), como epidermis adaxial de un único estrato celular, apéndices exodérmicos de tres tipos, con papilas presentes en ambas epidermis: escasas en la adaxial (1-3 por célula) y abundantes en la abaxial (5-7 por célula).

De acuerdo a Weaver y Clements (1950), *P. australis* presenta adaptaciones a la acción de

Tabla 1 Cuantificación de los tejidos: corte transversal de la semilámina del folíolo terminal de *Polylepis australis*.

	μ / Espesor	%
Cutícula adaxial	1,90 (0,7)	45,96
Epidermis adaxial	17,27 (0,9)	9,62
Empalizada	90,66 (1,7)	50,50
Esponjoso	54,42 (1,0)	30,31
Epidermis abaxial	17,18 (1,3)	9,57
Cutícula abaxial	2,27 (0,5)	54,43
Espesor C.T.	179,53 (1,9)	100,00
Longitud estomática	22 (0,4)	
Densidad estomática	200 est. x mm ²	

Nota: los valores entre paréntesis corresponden a la SD (desviación). C.T.: corte transversal.

fuertes vientos y elevada radiación solar, como lo revela la presencia de tallos retorcidos, corteza ocrácea, pardo brillante exfoliante, menor área foliar, estomas hundidos y clorénquima en empalizada bien desarrollado. Watson (1942), considera la presencia de células epidérmicas con paredes rectas como una respuesta a la radiación solar plena en contraposición a paredes epidérmicas lobuladas, características de ambientes sombríos o de media sombra. González y Ponessa (1985, 1988) observan que la lobulación de las paredes celulares disminuye al aumentar la radiación solar en altura y consideran que los caracteres observados en plantas de altura responde a variaciones de luz (heliomorfía) en contraposición con lo expresado por Ancibor (1975, 1980), que relaciona la estructura anatómica con características edáficas, en especial con la escasez de nutrientes. Ancibor considera en *P. australis* adaptaciones a una buena disponibilidad de agua, lo que no ocurre en *P. tomentella*, que lo describe como xeromorfo. González y Ponessa (1985, 1988) descartan esta posibilidad, ya que los contenidos de nitrógeno y carbono para la zona de los Valles es alta.

Consideramos que las hojas de *P. australis*

no necesitan incrementar las estructuras de protección, tales como un buen desarrollo de esclerenquima, pubescencia abundante o criptas estomáticas debido a que en la época desfavorable (inviernos secos con fuertes vientos), se reduce la superficie expuesta por pérdida parcial del follaje. Los caracteres mesomórficos que presenta esta especie se deben a una buena disponibilidad de agua, luz y nutrientes.

En lo vinculado a los hallazgos de flavonoides, la ubicación de la mayoría de los glicósidos en los mapas cromatográficos (con valores de R_f que van desde 0,16 a 0,50 en TBA y entre 0,20 a 0,60 en AcOH 15%) orientan hacia la presencia de flavonoides mono y diglicosilados en la posición 3 del anillo C (flavonoles 3 sustituidos) y en la posición 7 del anillo A o bien flavonas glicosiladas en C_7 .

En cuanto al color de las manchas, casi todas se observan oscuras con distintas intensidades en presencia de luz U.V. pero con vapores de amoníaco, unas viran a amarillo verdoso, confirmando la presencia de derivados 3 glicosilados y otros lo hacen hacia el amarillo, típico de los derivados 7 glicosilados.

Al ser tratados con NA, todos los glicósidos presentan color amarillo, característico de fla-

vonoides con grupos OH en 4 y en 7 grupos OH en 4 y OR en 7.

En el perfil cromatográfico de las agliconas resultantes de la hidrólisis, se observan manchas amarillo-verdosas en presencia de luz U.V. sin amoníaco, con vapores de amoníaco viran al amarillo oscuro. Al igual que en los glicósidos, en contacto con el NA presentan color amarillo.

Las características descriptas, los valores de R_f y los datos espectrales obtenidos del análisis de cada compuesto, nos revela la presencia de las siguientes estructuras: apigenina 7-glucósido, apigenina 7-rutinósido, kaempferol 7-rutinósido y kaempferol 3-rutinosil 7-glucósido.

Estudios previos realizados en otros géneros de Rosaceae, informan la presencia de apigenina 7-glucósido y apigenina 7 ramnoglucósido en *Docynia delavay* Challice (1968); 3-rutinósido y kaempferol 3-rutinosil 7-glucósido en *Potentilla bipinnatifida* Kohli (1977); kaempferol 3-rutinósido en *Prunus armeniaca* Henning (1980); kaempferol 3-ramno-glucósido en *Adenostoma fasciculatum* Proksch (1985).

Estos resultados y los obtenidos de los perfiles cromatográficos de los extractos de *Polylepis australis* nos permite arriesgar una similitud en el contenido de flavonoides entre las especies pertenecientes a los géneros citados, manifestándose así una cierta homogeneidad intergenérica a nivel molecular.

Por otro lado consideramos sería de relevante interés analizar el contenido de flavonoides en *Polylepis tomentella* para establecer relaciones en el plano molecular y poder complementar las comparaciones existentes en el aspecto morfológico (Ancibor, 1975), tanto a las alturas señaladas de crecimiento espontáneo (3.700 a 4.700 m snm para *P. tomentella* y 1.680 a 2.800 m snm para *P. australis* para las adaptaciones manifestadas sobre el nivel del mar.

Agradecimientos

Al profesor doctor Sigfried Fink, del Instituto Für Forstbotanik un Baumphysiologie, Universidad de Freiburg (Alemania), por la revisión de los textos en aspectos anatómicos. Al doctor Peter Seeligmann, por la revisión y crítica del trabajo. Al CIUNT, por el apoyo financiero y a la Fundación Miguel Lillo, lugar donde funcionan los laboratorios en los cuales se realizó este trabajo.

Bibliografía

- ANCIBOR E., 1975. «Estudio anatómico de la vegetación de la Puna de Jujuy. I. Anatomía de *Polylepis tomentella* Wedd (Rosaceae)». *Darwiniana* **19** (2-4): 373-385.
- —, 1980. «Estudio anatómico de la vegetación de la Puna de Jujuy. II. Anatomía de las plantas de cojín». *Bol. Soc. Arg. Bot.* (1-2): 157-202.
- BROWN O., 1969. *Histopatología technique*. Appleton Century cropts, pp 224.
- CHALLICE J. et al., 1968. «Phenolic compounds of the genus *Pyrus*. II». *Phytochemistry* **7** (10): 1.781.
- DIGILIO A. & P. LEGNAME, 1966. «Árboles indígenas de la provincia de Tucumán». *Opera lilloana* **15**. Miguel Lillo, UNT.
- DIZEO DE STRITTMATTER C. G., 1979. «Modificación de una coloración Safranina-fast green». *Bol. Soc. Arg. Bot.* **18** (3-4): 121-122.
- FUERTES LASALA E. et al., 1974. «Phenolic components in cultivated varieties of *Pyrus communis*». *An. Bromat* **26** 91): 59.
- GONZÁLEZ J. A. & G. PONESSA, 1985. «Morfología y anatomía foliar en una planta de alta montaña cultivada a baja altura, *Hypochoeris meyeniana* (Walp.) Grisebach. (Compositae)». *Lilloa* **36** (2): 191-200.
- —, 1988. «Anatomía foliar de *Hypochoeris meyeniana* (Walp.) Grisebach. (Compositae) en una transecta altitudinal». *Lilloa* **37** (1): 37-45.
- HARBORNE J. B., 1967. *Comparative Biochemistry of the flavonoids*. Academic Press, New York and London.
- —, 1963. *Phytochemical methods*. Chapman & Hall, London.

- HENNING W. *et al.*, 1980. «Flavonol tetraglycosides from the leaves of *prunus avium* and *Prunus cerasus*». *Phytochemistry* **19**: 2.727.
- HUECK K., 1978. «Los bosques de Sudamérica». *Soc. Alemana de Cool. TECNICA LTDA (GTZ)*, pp 476.
- JOHANSEN D. A., 1940. *Plant microtechnique*. Mc Graw-Hill Book Company Inc., New York, pp 523.
- JOHNSON H. B., 1975. «Plant pubescens, an ecological perspective». *The Botanical Review* **41** (3): 233-258.
- KHOLI B. *et al.*, 1977. «A study of flavonoids of the *P. enylvanica* complex in North America». *Can. J. Bot.* **55** (4): 476.
- KORNER C. & R. MAYR, 1980. «Stomatal behavior in alpine plants communities between 600 and 2,600 meters above sea level». In: *Plants and their atmospheric environment* (Grace, J. Ford, ed.), 205-208 pp, Blackwell, Oxford.
- KORNER C., 1989. «The nutritional status of plants from high altitudes. A world wide comparison». *Oecologia* **81**: 379-391.
- MABRY T. J.; K. R. MARKHAM & M. B. THOMAS, 1970. *The Systematics Identification of Flavonoids*. Springer Verlag, New York and Berlin.
- MARKHAM R. K., 1982. *Techniques of Flavonoids Identification*. Academic Press, London.
- MERCER E. H., 1979. *Manual de microscopía electrónica para biólogos*. H. Blume Edic., 129 pp.
- METCALFE C. R. & L. CHALK, 1972. *Anatomy of the Dicotyledons*. Oxford, Clarendon Press **2**: 1.285-1.290.
- NAPP-ZIN K., 1974. *Anatomie des blattes*. Berlín, Gerbrides Borntoeger, 764 pp.
- NEUMAN P.; B. TIMMERMANN & J. MABRY, 1980. *Laboratory Manual for the Systematic Identification of flavonoids*. Inédito.
- PIETERS G., 1960. «On the relation between the maximum rate of photosynthesis and the thickness of the mesophyll in sun and shade leaves of *Acer pseudo platanus* L. Mede del Landbouwingoesch». *Wageningen* **60** (17): 1-6.
- PROKSCH M. *et al.*, 1985. «Flavonoids and Phenolics acids in adenosoma, a dominant genus of the Californian Chaparral». *Phytochemistry* **24**: 2.889.
- SANTILLÁN DE ANDRÉS S. E. & R. T. RICCI, 1980. *Geografía del Tucumán*. Facultad de Filosofía y Letras, UNT, Arg. 175 pp.
- TIMMERMANN B., 1980. «Phytochemical investigations of the genus *Brickellia* (Compositae)». Tesis doctoral, Universidad de Texas, Austin, Texas.
- TORRES BRUCKMAN E., 1976. *Atlas agroclimático bioclimático de Tucumán (primera parte)*. Publicación especial N° 7, Facultad de Agronomía y Zootecnia, UNT, Arg., 27 pp.
- VIEIRA R. C. & R. D. MACHADO, 1962. «Superficie foliar de *Bahuinia radiata*. Vell em dois ambientes». *Hoehnea* **19** (1-2): 11-16.
- WATSON R. W., 1942. «The effect of cuticular hardening on the form of epidermal cells». *New Phytol.* **41**: 223-229.
- WEAVER J. E. & F. E. CLEMENS, 1950. *Ecología vegetal ACME*. Agency Soc. Resp. Ltda., Bs. As., 667 pp.

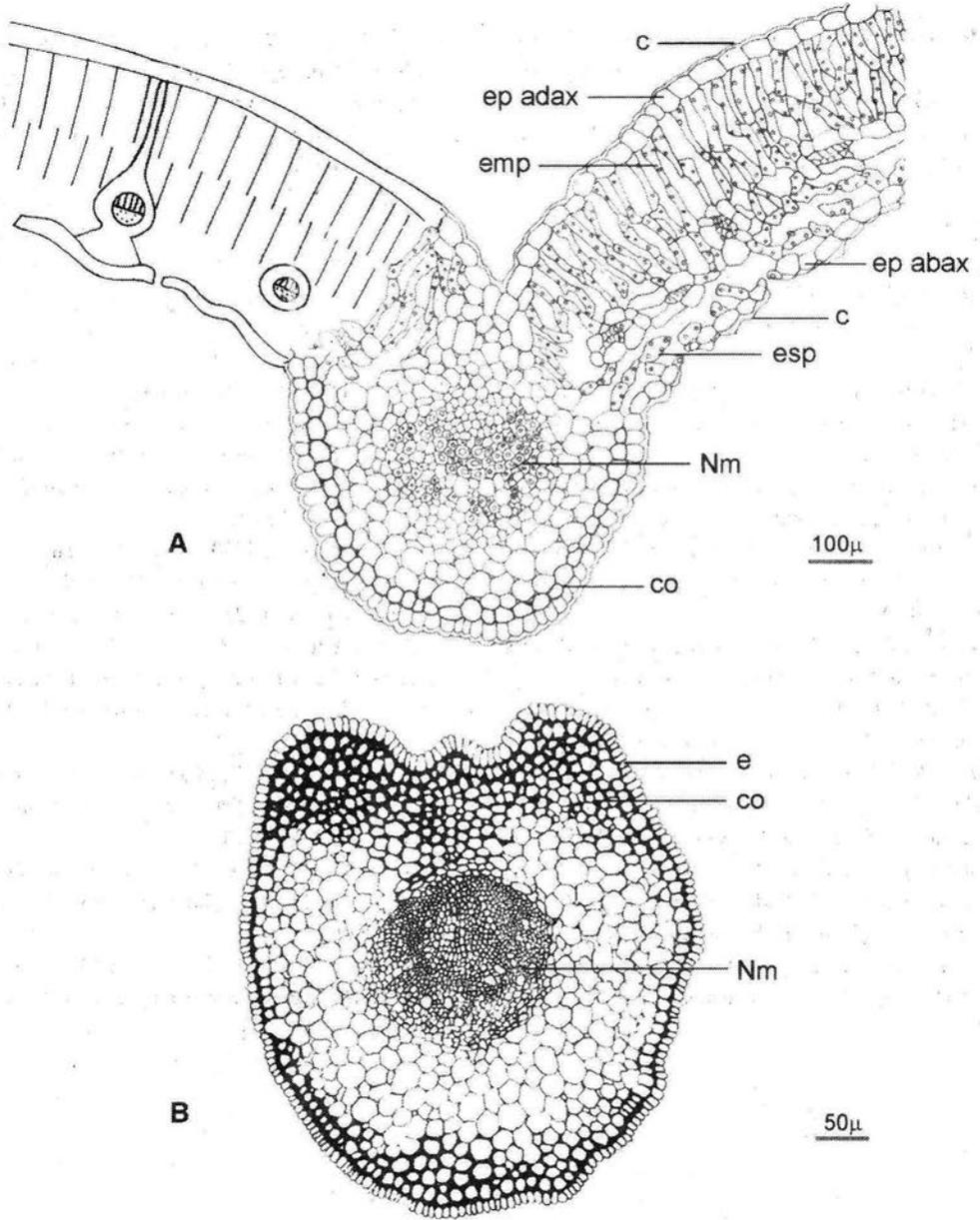


Figura 1.

A) Esquema y detalle, corte transversal del folíolo terminal de *P. australis*. *c*= cutícula; *ep adax*= epidermis adaxial; *ep abax*= epidermis abaxial; *emp*= empalizada; *esp*= esponjoso; *Nm*= nervio medio.

B) Detalle corte transversal del pecíolo terminal de *P. australis*. *ep*= epidermis; *co*= colénquima; *Nm*= nervio medio.

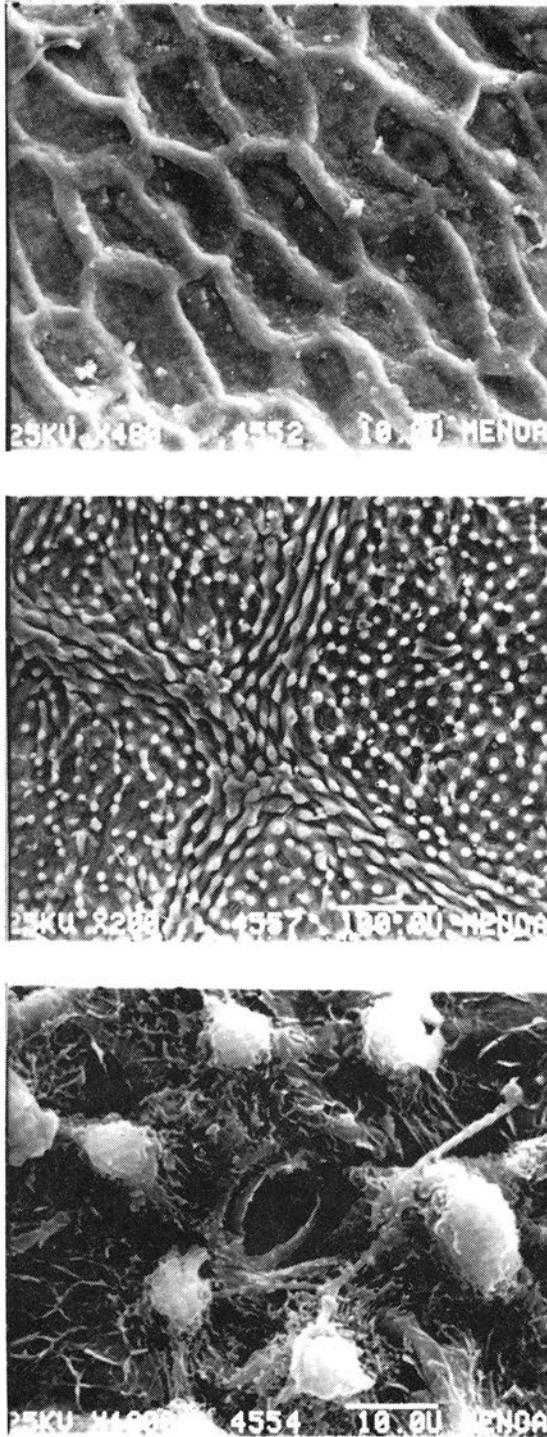


Figura 2.

- A) Fotografía al M.E. de barrido de la epidermis adaxial. Epidermis con células poligonales de paredes rectas.
- B) Fotografía al M.E. de barrido de la epidermis abaxial. Epidermis con células provistas de numerosas papilas.
- C) Idem fotografía B. Aumento de 10X.