

ESTUDIOS MORFOANATÓMICOS DE ÓRGANOS VEGETATIVOS EN *TILLANDSIA TRICHOLEPIS* Y *T. CAPILLARIS* FORMA *INCANA* (BROMELIACEAE)

GLORIA BRUNO¹, NILDA DOTTORI^{1, 2} y MARÍA TERESA COSA^{1,2}

Summary: Morpho-anatomical study of the vegetative organs in *Tillandsia tricholepis* and *T. capillaris* f. *incana* (Bromeliaceae). In this study, the anatomical features of the vegetative organs in *Tillandsia tricholepis* Baker and *T. capillaris* Ruiz & Pav. f. *incana* (Mez) L. B. Smith were analyzed and compared. In both epiphytes, the peculiar anatomy of root, stem, and leaf shows a high adaptation to xeric conditions. Xeromorphic characteristics and anatomical differences in the leaf are described.

Key words: *Tillandsia tricholepis*, *Tillandsia capillaris* f. *incana*, vegetative anatomy, peltate scales.

Resumen: Se analizan comparativamente las características anatómicas de los órganos vegetativos en *Tillandsia tricholepis* Baker y *T. capillaris* Ruiz & Pav. f. *incana* (Mez) L. B. Smith. En ambas especies las particularidades anatómicas de raíz, tallo y hoja ponen en evidencia la marcada adaptación a hábitats epifitos y xéricos; mientras que las características foliares permiten diferenciar dichas especies.

Palabras clave: *Tillandsia tricholepis*, *T. capillaris* f. *incana*, anatomía vegetativa, escamas peltadas.

INTRODUCCIÓN

Las especies de *Tillandsia* aquí estudiadas pertenecen al subgénero *Diaphoranthema*, que comprende formas morfofisiológicas "tipo atmosféricas". Este grupo de "tillandsias" incluye especies típicamente xeromórficas, caracterizadas por una alta densidad de escamas peltadas absorbentes, por las cuales incorporan agua y nutrientes e incrementan la reflexión de la radiación solar de las hojas (Medina, 1990).

Numerosos estudios ecofisiológicos se han realizado en Bromeliaceae debido al alto grado de especialización que desarrollan y a su capacidad bioindicadora de polución atmosférica (Flores, 1987; Arndt & Strehl, 1988; Malm *et al.* 1998); en cambio son escasos los datos sobre anatomía (Tomlinson, 1969; Ponce, 1986). El objetivo de este estudio es realizar contribuciones sobre la exomorfología y anatomía vegetativa en *T. tricholepis* Baker, con el propósito de establecer comparaciones con *T. capillaris* Ruiz & Pav. f. *incana* (Mez) L. B. Smith y así aportar conocimientos que contribuyan a su identificación y control, debido a su efecto perjudicial sobre especies ornamentales, forestales y autóctonas, cuando el grado de invasión es grande.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales examinados son de Argentina, Prov. de Córdoba y los datos son los siguientes:

Tillandsia capillaris f. *incana*

Dpto. Santa María, Alta Gracia, Bruno 30, 12-X-1998 (CORD).

Tillandsia tricholepis

Dpto. Capital, Argüello, Bruno 37, 26-XII-98; Bruno 32, 26-XII-2000 (CORD).

En la determinación de las especies se ha seguido la clasificación propuesta por Smith (1977).

Se realizaron observaciones exomorfológicas a campo ya que, el cultivo de plantas mantenidas fuera de su hábitat natural en soporte de alambre, no dio resultados.

Se hicieron observaciones anatómicas de raíz, tallo y hojas en base a preparados temporarios y permanentes; para realizar estos últimos se usó material fijado en FAA, se lo deshidrató en una serie de alcohol etílico-xilol y se lo incluyó en "histoplast"; los cortes de 10 a 15 μ m de espesor se colorearon con hematoxilina, safranina y verde permanente (Conn *et al.*, 1960) o con azul de cresilo.

Los extendidos de epidermis se obtuvieron diafanizando previamente el material según el método de Dizeo de Strittmater (D'Ambrogio de Argüeso, 1986),

¹Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nac. de Córdoba. Avenida Vélez Sársfield 299. 5000. Córdoba. Argentina. e-mail: gbbruno@com.uncor.edu

²Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV). Casilla de Correo 495. 5000 Córdoba, Argentina. e-mail: dottori@imbiv.unc.edu.ar.

los que se colorearon con solución alcohólica de safranina al 50 %, o con azul de cresilo.

Los dibujos son originales y se realizaron con cámara clara, las fotomicrografías fueron tomadas con un fotomicroscopio Axiophot.

RESULTADOS

Exomorfología

Tillandsia tricholepis y *T. capillaris* f. *incana*, son plantas epífitas, pequeñas, que desarrollan raíces adventicias por medio de las cuales se fijan a los diferentes huéspedes (Fig. 1 A, B).

Tillandsia tricholepis es escasamente ramificada, presenta hojas sésiles, de disposición alterna espiralada; la lámina linear adpresa de ca. 5-7 mm de long. es de sección subtriangular y está totalmente cubierta por escamas peltadas muy próximas entre sí, de forma ligeramente asimétrica (Fig. 2 A). La base foliar es una vaina abierta, ancha, glabra en la zona proximal; mientras que, en la parte distal, entre la vaina y la lámina, hay una alta densidad de escamas peltadas. La vaina esta recorrida por 3-5 haces vasculares centrales, los cuales ingresan a la lámina de sección subtriangular, mientras que los márgenes carecen de vascularización.

Tillandsia capillaris f. *incana* es muy ramificada, con hojas de disposición alterna dística; la lámina de ca. 1-2 cm de long. es de sección subcircular y está

recubierta por escamas; la vaina cuyos bordes se superponen entre sí está recorrida en todo el ancho por 5-7 haces vasculares, de los cuales sólo 5 penetran en la lámina.

Anatomía de la lámina

En *T. tricholepis*, las células epidérmicas en vista superficial, tienen forma más o menos isodiamétricas, con paredes rectas; los estomas dispuestos en ambas caras, presentan 4-6 células auxiliares (Fig. 3 A). Las escamas peltadas son del tipo 4+8+16 celular (Tomlinson, 1969), con un anillo subperiférico adicional a veces incompleto (Fig. 2 A) y un anillo periférico que forma el ala con 45-64 células; estas se superponen unas sobre otras, aumentando así la superficie de cobertura. En los bordes entre la lámina y la vaina, algunas células del ala son más largas hacia el exterior, determinando así escamas muy irregulares, dicha zona esta en contacto con la hoja contigua (Fig. 2 B).

En transcurso, los estomas se encuentran hundidos respecto a la superficie epidérmica (Fig. 3 B), las paredes de las células oclusivas están uniformemente engrosadas, presentan un reborde cuticular externo muy destacado y el citoplasma es reducido; la cámara subestomática es pequeña y está invadida por células del mesófilo. El pie de las escamas es tricelular, hundido en una pequeña fosa, con dos células basales de núcleo grande y citoplasma denso (Fig. 3 C). Por debajo de la epidermis, hay un estrato (hipodermis) de células altas sin cloroplastos.

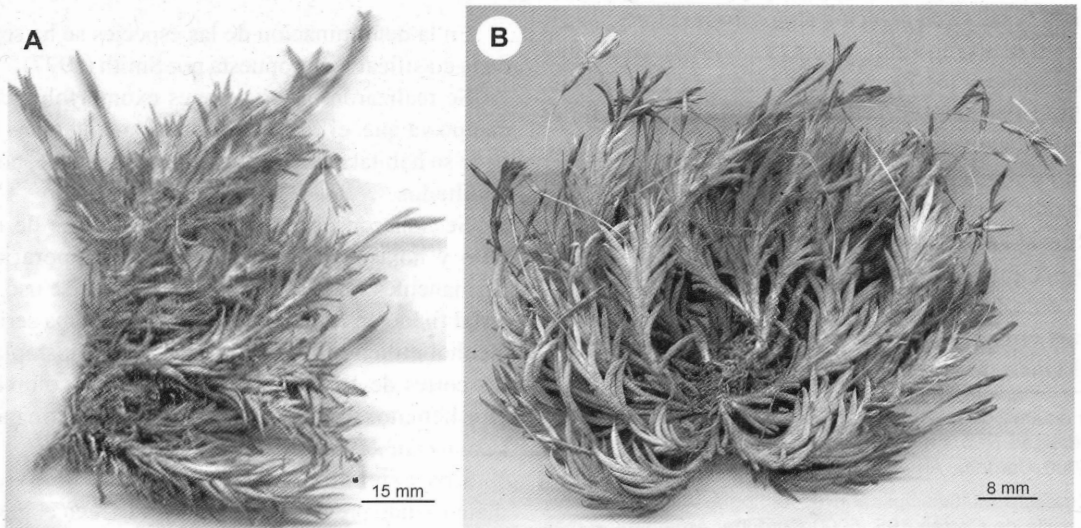


Fig. 1: Exomorfología. A: *Tillandsia tricholepis*; B: *T. capillaris* f. *incana*.

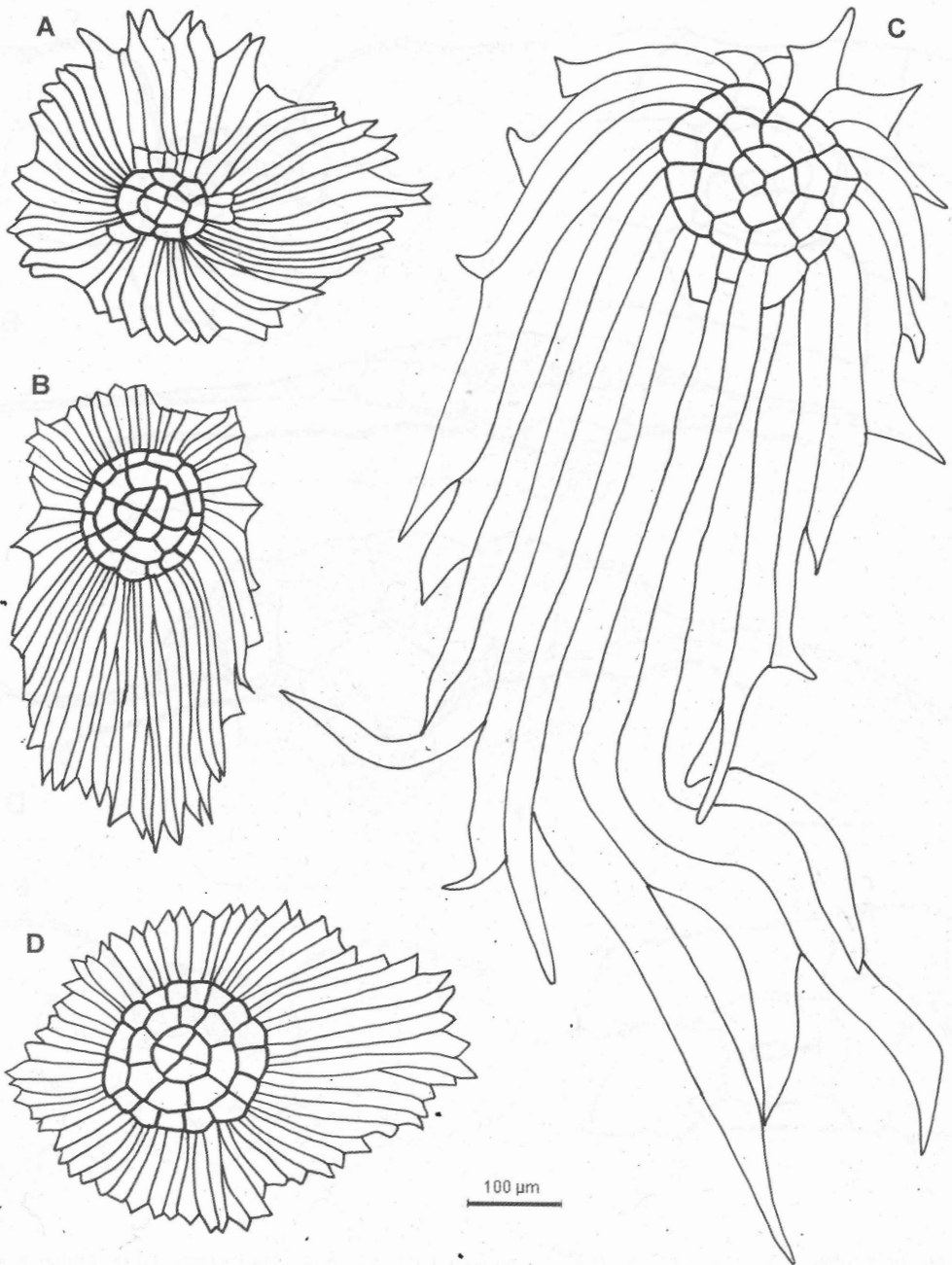


Fig. 2: Escamas peñtadas. **A, B:** *T. tricholepis*; **C, D:** *T. capillaris* f. *incana*; **A, D:** escamas de la lámina foliar; **B, C:** escamas del límite entre lámina y vaina. Todas a la misma escala.

La estructura foliar es homogénea (Fig. 4 A), hacia la cara abaxial hay un clorénquima compacto, formado por células isodiamétricas, entre las que se diferencian hacecillos vasculares colaterales, rodeados por fibras. Hacia la cara adaxial se desarrolla un tejido acuífero, éste le confiere a la hoja anatomía succulenta y algunas de sus células contienen rafidios y otras cloroplastos.

En *T. capillaris* f. *incana* (Fig. 3 E), las células epidérmicas en vista superficial son de forma rectangular y las paredes levemente onduladas; los estomas son similares a los de *T. tricholepis*. La vaina en el límite con la lámina, presenta escamas (Fig. 2 C) con las células que dan hacia los bordes notablemente más asimétricas que en *T. tricholepis* y que las ubicadas

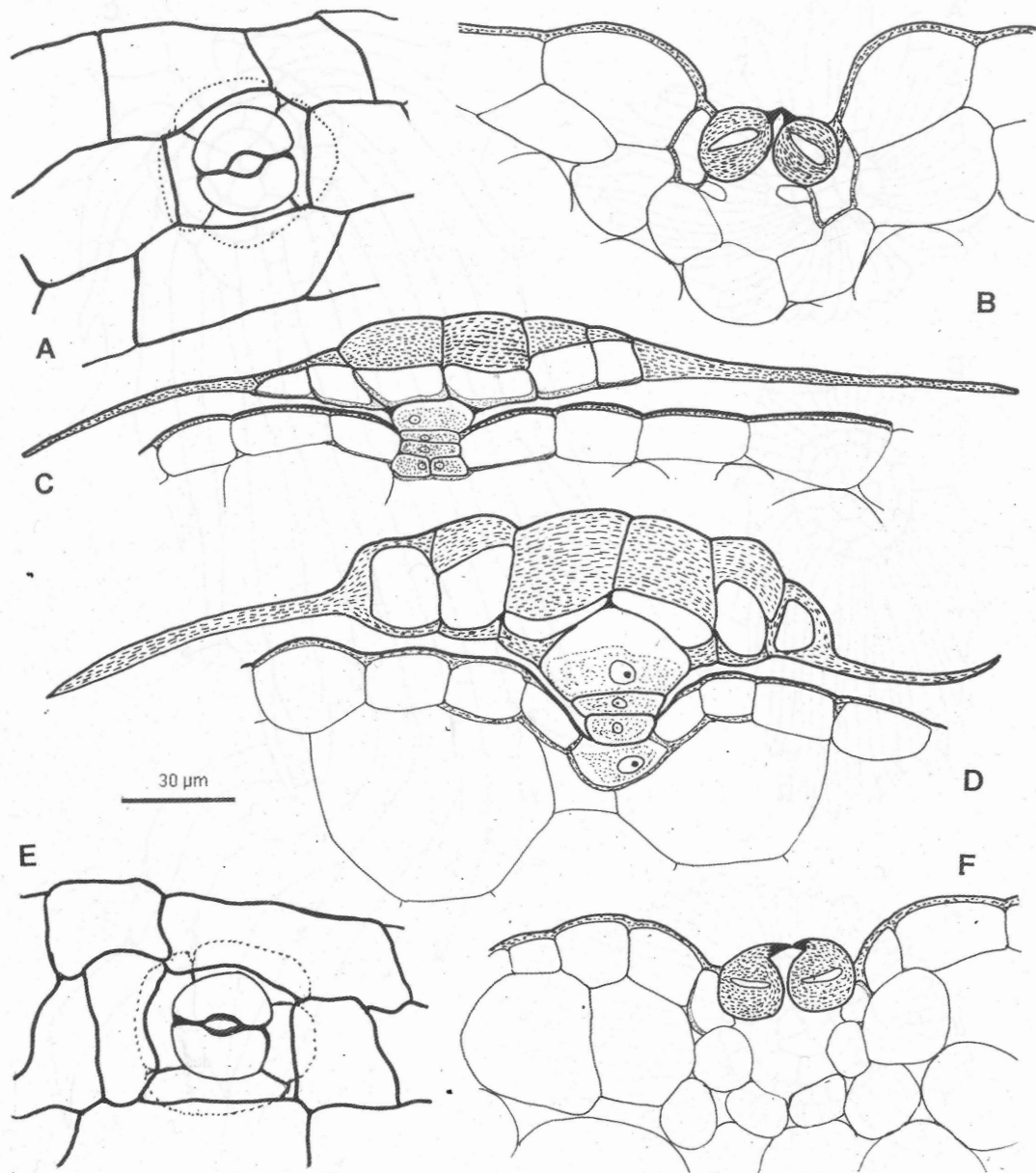


Fig. 3: Epidermis foliar. **A-C:** *T. tricholepis*; **D-F:** *T. capillaris* f. *incana*; **A, E:** vista superficial de células epidérmicas propiamente dichas y estomas (los límites de las células auxiliares se representa con líneas de puntos ya que se encuentran hundidas); **B, F:** estomas en transcurso, cámara subestomática con células epidérmicas propiamente dichas; **C, D:** detalle de escama peltada en transcurso.

en la cobertura de su lámina (Fig. 2 D).

En transcurso los estomas se hallan levemente hundidos y las escamas (Fig. 3 D, F) presentan características similares a las descriptas para *T. tricholepis*; también la estructura foliar es de tipo homogénea (Fig. 4 B).

Anatomía de la vaina

En *T. tricholepis* se observa en transcurso que, tanto la epidermis adaxial como la abaxial son unistratificadas, con células epidérmicas propiamente dichas de paredes tangenciales externas poco en-

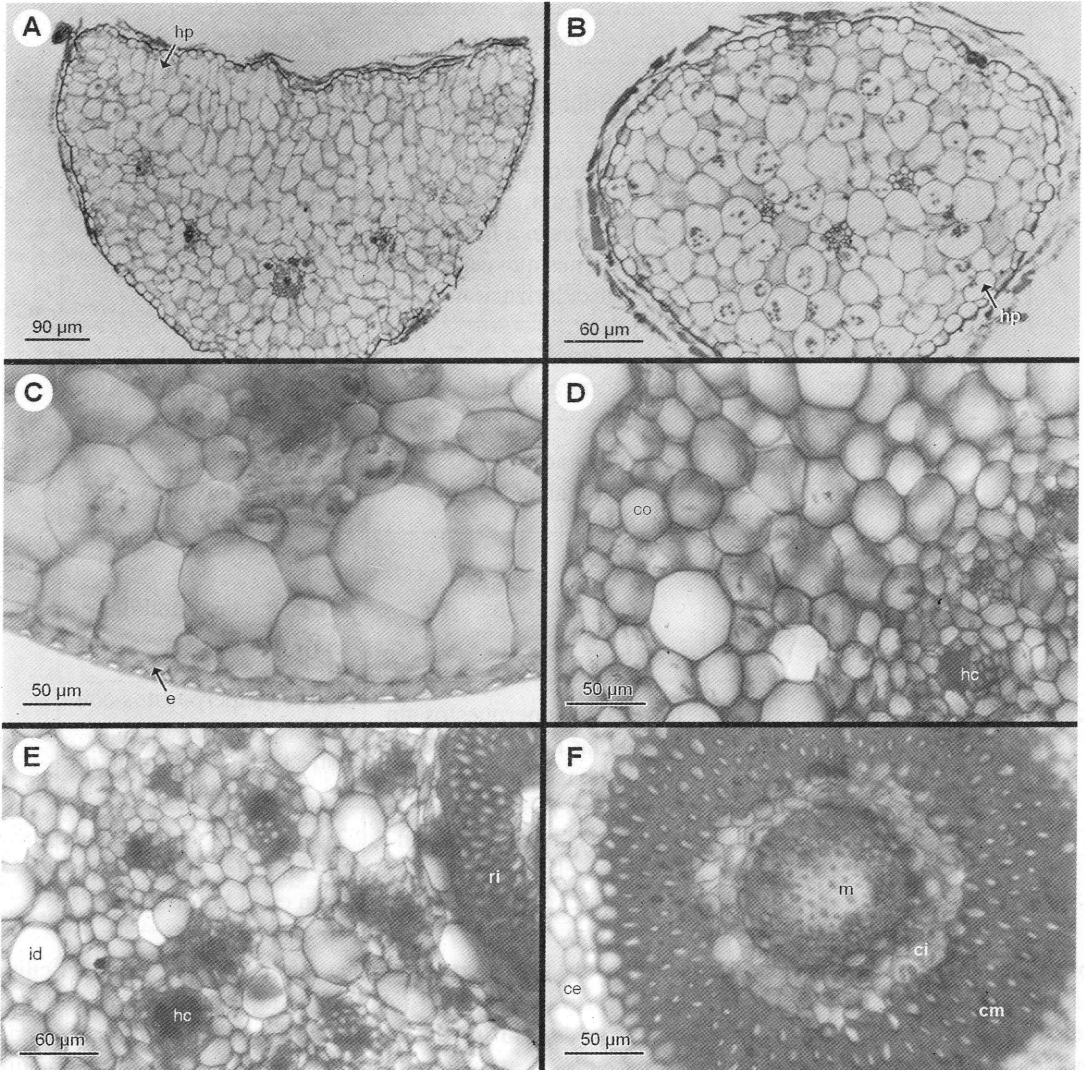


Fig. 4: Hoja. **A:** *T. tricholepis*. **B - F:** *T. capillaris* f. *incana*. **A, B:** corte transversal por lámina; **C:** detalle de la vaina mostrando la epidermis con engrosamientos en la cara tangencial interna y radiales; Tallo. **D:** detalle de epidermis, corteza y haces vasculares; **E:** detalle del sistema vascular y raíz intracaulinar; **F:** detalle de cilindro central de la raíz intracaulinar. *Abreviaturas:* *ab:* epidermis abaxial; *ce:* corteza externa; *ci:* corteza interna; *cm:* corteza media; *co:* corteza; *e:* engrosamiento; *hc:* haccillo vascular; *hp:* hipodermis; *id:* idioblasto; *m:* médula; *ri:* raíz intracaulinar.

grosadas y sin estomas. En el mesofilo se diferencia hacia la cara adaxial, parénquima con células isodiamétricas, algunas contiene rafidios y hacia la cara abaxial, clorénquima.

En *T. capillaris* f. *incana* hay diferencias anatómicas entre ambas epidermis ya que, en la cara abaxial las células presentan la pared tangencial interna y radiales marcadamente engrosadas (Fig. 4 C); mientras que, en la cara adaxial la pared tangencial externa y las radiales se hallan poco engrosadas pero en mayor grado que en *T. tricholepis*.

Anatomía del tallo

Tillandsia tricholepis y *T. capillaris* f. *incana* presentan epidermis unistratificada con células comprimidas tangencialmente. La corteza tiene un espesor variable, hasta 7 estratos (Fig. 4 D), las células más superficiales experimentan divisiones periclinales y colapsan cuando se deshidratan; por debajo se encuentra un número variable de estratos de clorénquima con numerosos idioblastos, algunos contienen rafidios en su interior; en dicha corteza se

Tabla 1. Principales diferencias entre *Tillandsia tricholepis* y *T. capillaris* f. *incana*.

Características	<i>T. tricholepis</i>	<i>T. capillaris</i> f. <i>incana</i>
Forma de la hoja en transcurso	Subtriangular	Subcircular
Venación foliar	Vaina recorrida por 3-5 haces vasculares centrales todos ingresan a la lámina, con márgenes que carecen de vascularización.	Vaina recorrida por 5-7 haces vasculares, en todo el ancho, de los cuales sólo 5 ingresan en la lámina
Promedio de estomas por mm ²	Cara adaxial: 5 Cara abaxial: 6	Cara adaxial: 8 Cara abaxial: 9
Promedio de escamas por mm ²	Cara adaxial: 32 Cara abaxial: 40	Cara adaxial: 33 Cara abaxial: 33
Posición de los estomas respecto a las células epidérmicas	Hundidos	Levemente hundidos
Vaina, parte proximal	Bordes no superpuestos sin diferencias anatómicas entre ambas epidermis	Bordes superpuestos con diferencias anatómicas entre la epidermis adaxial y abaxial
Vaina, parte distal	Tricomas irregulares con células del ala de ca. 0,25 mm en el borde externo	Tricomas irregulares con células del ala de ca. 1 mm en el borde externo

observan raíces adventicias "intracaulinares" (Fig. 4 E), las cuales se originan de grupos de células meristemáticas de la corteza interna. La estela es de tipo atactostela con haces colaterales cerrados, rodeados por fibras que conectan de manera irregular haces vasculares de diferentes tamaños. En estadios tempranos se observa alrededor de la estela una endodermis constituida por fibras.

Raíces adventicias

En ambas especies, las numerosas raíces adventicias tienen función de fijación; en la porción intracaulinar presentan: epidermis unistratificada; corteza diferenciada en una zona esclerenquimática subepidérmica que rodea a una zona interna parenquimática. La endodermis tiene las paredes celulares engrosadas en forma de O y limita al cilindro central; éste consta de periciclo unistrato, numerosos polos de xilema y floema y una médula

esclerenquimática que ocupa el centro del cilindro vascular (Fig. 4 F). La raíz a medida que emerge del tallo, desarrolla entre la epidermis y el anillo esclerenquimático, unos 5 estratos de parénquima; de modo que, cuando está fuera del tallo la corteza consta de tres zonas: dos parenquimáticas separadas por el anillo esclerenquimático. En raíces jóvenes la corteza interna tiene cloroplastos y a veces hay grandes espacios intercelulares; en raíces viejas o que se hallan en ambientes con escasa provisión de agua, la corteza externa se comprime.

En la Tabla 1 se señalan las principales diferencias entre ambas especies.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las escamas peltadas de la lámina de *T. tricholepis* y *T. capillaris* f. *incana*, coinciden en la forma y disposición de las células con lo descrito por Tomlinson

(1969), para otras especies del género. En los bordes de la lámina de ambas especies analizadas, se hallaron escamas de marcada asimetría como las encontradas por Ponce (1986) en *T. capillaris*³. Dichas escamas tendrían especial importancia en la adherencia de los bordes de las vainas foliares, evitando así la acumulación de agua entre las mismas, a diferencia de lo que ocurre en las especies "tanques", que presentan hojas anchas y acanaladas, con sus bases superpuestas para formar una cámara dentro de la cual se encierra agua y desechos (Benzing, 1973, 1980). La densidad de escamas peltadas y de estomas por mm², en las 2 especies aquí estudiadas, está comprendida dentro del rango establecido por Benzing (1978) para especies atmosféricas extremas, que no dependen del suelo ni de los "tanques" como recurso de agua y sales.

Las hojas de *T. tricholepis* y *T. capillaris* f. *incana*, presentan succulencia y anatomía similar a la citadas por Medina (1990) en otras especies de *Tillandsia*.

La presencia de estomas en ambas caras de la lámina de las especies aquí estudiadas, difiere de lo encontrado por Ponce (1986) en *T. bryoides* Griseb. ex Baker y *T. capillaris*, ya que en éstas se ubican sólo en la cara abaxial.

Ponce (1986) señala en la vaina foliar de *T. bryoides* una epidermis de paredes delgadas, similar a lo observado en *T. tricholepis* y de acuerdo con esta autora la epidermis de *T. capillaris* coincide con lo descrito aquí para *T. capillaris* f. *incana* dado que, la cara abaxial tiene las paredes tangenciales internas y radiales engrosadas. Estas particularidades de la epidermis tendrían su explicación en la semejanza en la disposición de las hojas y la posición que ocupa la planta en el huésped; ya que, *T. tricholepis* y *T. bryoides* tienen hojas adpresas, dispuestas alrededor del tallo y crecen en lugares más protegidos de troncos y ramas de árboles; mientras que *T. capillaris* con hojas rectas se encuentra en lugares más expuestos.

Las raíces presentan en ambas especies, las mismas características anatómicas que las descritas por Ponce (1986) en *T. bryoides* y *T. capillaris*; en ellas la corteza presenta un anillo esclerenquimático que le da rigidez, separado por tejido parenquimático, susceptible de cambios en la hidratación de acuerdo al ambiente.

Dichas particularidades de la raíz, sumadas a las de las hojas (forma de la vaina y lámina, características y frecuencia de estomas y escamas peltadas con funciones de absorción de agua y de moderar los efectos de la radiación) y a las del tallo (presencia de

escamas peltadas, notable reducción del sistema vascular y abundante desarrollo del tejido de sostén), son características marcadamente xeromórficas, relacionadas con el hábitat epífita de estas plantas.

Por otra parte, la forma y anatomía de las hojas de *T. tricholepis* y *T. capillaris* f. *incana* permiten diferenciar claramente ambas especies.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Dra. Rosa Subils por la identificación de las especies. Al Biól. Eduardo Wannaz por las fotografías de la exomorfología de ambas especies. A la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba (SECyT) por el apoyo económico.

BIBLIOGRAFÍA

- ADAMS, W. W. & C. E. MARTIN. 1986. Morphological changes accompanying the transition from juvenile (atmospheric) to adult (tank) forms in the Mexican epiphyte "*Tillandsia deppeana*" (Bromeliaceae). *Amer. J. Bot.* 73: 1207-1214.
- ARNDT, U. & T. STREHL. 1988. Begasungsexperimente mit SO₂ on Tillandsien zur Entwicklung eines Bioindikators. *Veireinigung Angew. Bot.* 63: 43-54.
- BENZING, D. H. 1973. The Monocotyledons: their evolution and comparative biology. I. Mineral nutrition and related phenomena in Bromeliaceae and Orchidaceae. *Quart. Rev. Biol.* 48: 277-290. (Citado por ADAMS & MARTIN, 1986).
- BENZING, D. H. 1980. *The Biology of the Bromeliads*. Mad River Press, Eureka, CA (Citado por ADAMS & MARTIN, 1986).
- BENZING, D. H., J. SEEMANN & A. RENFROW. 1978. The foliar epidermis in Tillandsioideae (Bromeliaceae) and its role in habitat selection. *Amer. J. Bot.* 65: 359-365.
- CONN, H. J., M. A. DARROW & V. M. EMMEL. 1960. *Staining procedures*. Williams Wilkins Co., Baltimore.
- D'AMBROGIO DE ARGÜESO, A. M. 1986: *Manual de técnicas en Histología Vegetal*. Ed. Hemisferio Sur, S.A. Buenos Aires.
- FLORES, F. E. V. 1987. O uso de plantas como bioindicadores de poluição no ambiente urbano-industrial: experiências em Porto Alegre, R. S. Brasil. *Tübinger Gor. Stud.*: 96-79.
- MALM, O., M. FRESITAS FONSECA, P. HISSNAUER MIGUEL, W. RODRIGUES BASTOS & F. NEVES PINTO. 1998. Use of epiphyte plants as biomonitors to map atmospheric mercury in a gold tgrade center city, Amazon, Brazil. *Science Total Environm.* 213: 57-64.

³La autora no señala a que forma pertenece esta especie según Smith (1977).

- MEDINA, E. 1990. Ecofisiología y evolución de las Bromeliaceae. *Bol. Acad. Nac. Ci. Córdoba* 59: 71-100.
- PONCE M. M. 1986. Morfología ecológica de plantas saxícolas del Cerro de La Ventana, Prov. de Buenos Aires, Argentina. *Darwiniana* 27: 237-271.
- SMITH, L. B. 1934. Geographical evidence on the lines of evolution in the Bromeliaceae. *Bot. Jahrb.* 66: 446-468.
- SMITH, L. B. & R. J. DOWNS, 1977. Tillandsioideae (Bromeliaceae). *Flora Neotropica Mon.* 14: 663-1492. Hafner Press, New York.
- TOMLINSON, P. B., 1969. *Anatomy of the Monocotyledons* III. Oxford Univ. Press, London.

Recibido el 26 de Agosto de 2002, aceptado el 08 de Noviembre de 2002.