

## ANATOMIA FOLIAR DE *OPLISMENOPSIS NAJADA* (GRAMINEAE)

POR MIRTA ARRIAGA Y EVANGELINA SANCHEZ<sup>1</sup>

### SUMMARY

This paper deals with the leaf anatomy (including the epidermal characters) of the monotypic genus *Oplismenopsis* Parodi (Trib. *Panicaceae*). The species is *O. najada* (Hack. et Arech.) Parodi, which inhabits Argentina and Uruguay. A comparative table of anatomical differences between *Oplismenopsis* and *Echinochloa* is included.

### INTRODUCCION

*Oplismenopsis* L. R. Parodi, es un género monotípico perteneciente a la tribu *Panicaceae*, cuya única especie, *O. najada* (Hack. et Arech.) Parodi habita lugares inundables del Noreste de Argentina, a lo largo de los ríos Paraná y Uruguay. En la República Oriental del Uruguay vive en arroyos próximos al Río de la Plata, desde Montevideo hasta Colonia.

Esta especie fue descripta primero como *Panicum najadum* (Hack. y Arech., 1894), siendo luego transferida al género *Echinochloa* Beauv. (Parodi, 1925). Finalmente, el mismo Parodi propuso ubicarla en un nuevo género: *Oplismenopsis*, considerando que si bien comparte caracteres con *Echinochloa* por un lado y con *Oplismenus* Beauv. por otro, con ambos tiene diferencias considerables (Parodi, 1937).

En esta oportunidad se amplía el conocimiento del género *Oplismenopsis* mediante el estudio de su anatomía foliar, incluidos los caracteres epidérmicos. Se establecen de esta manera nuevas diferencias, esta vez anatómico-foliales, entre este género y *Echinochloa* (Sánchez, 1968).

---

<sup>1</sup> Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". La segunda coautora pertenece a la Carrera del Investigador Científico, CONICET.

## MATERIALES Y METODOS

El método seguido para realizar este estudio consistió en la obtención de cortes transversales y longitudinales a la altura del tercio medio de hojas caulinares y de innovaciones estériles. El material proveniente de ejemplares de herbario, fue dejado en agua destilada de 12 a 24 horas o bien fue sumergido en agua con unas gotas de detergente no iónico, y mantenido en estufa a 20°C, de 24 a 48 horas, para su hidratación antes de ser seccionado. Los cortes se obtuvieron a mano alzada, con micrótomo de Lelong y con criótomo. Las coloraciones utilizadas fueron: safranina y violeta de cresilo (Dizeo de Strittmatter, 1980). Los preparados fueron montados en Hydramount al 50 %, (Huvé, 1970). Para poner en evidencia las células silíceas se utilizó fenol líquido y para colorear las suberosas se utilizó sudán III y safranina. Además se realizaron macerados leves por dos métodos: a) con agua oxigenada de 50 volúmenes, alcalinizada débilmente con unas gotas de amoníaco, durante 20 minutos en estufa a 40°C; b) calentando suavemente con OHNa al 5 % durante 3 minutos. Este último procedimiento se usó también para la obtención de diafanizados, disminuyendo el tiempo de calentamiento a 1 minuto. Para la observación de ambas epidermis se siguió el método de Metcalfe (1960: LX) y también se utilizaron fragmentos provenientes de las maceraciones ya descriptas. Algunos de dichos fragmentos se observaron con microscopía electrónica de barrido (MEB).

Los números consignados entre paréntesis al citar los caracteres histofoliareos y epidérmicos corresponden a los asignados por Ellis (1976; 1979).

Los dibujos son originales y han sido realizados con ayuda del dispositivo de Wild.

Los materiales estudiados pertenecen a las siguientes instituciones a cuyos Curadores o Encargados quedamos muy agradecidas: Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" (BA); Herbario "Gaspar Xuárez", Cátedra de Botánica, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires (BAA); Museo de Ciencias Naturales de La Plata e Instituto Spegazzini (LP, LPS); Instituto de Botánica Darwinion (SI); Instituto de Botánica Agrícola, Castellar (BAB); Herbario de la Facultad de Agronomía de Montevideo, Uruguay (MVFA).

*Material estudiado*

ARGENTINA. Venturii 109 (BA, BAB, SI). Venturi s.n. (ex-Herb. Parodi 564, LP). Rodríguez 144 (BA 11596 y 11598; SI). Hauman s.n. (BA 11597). Burkart 3564, 4509, 7598, 8105, 15663 y 24073 (SI). Tur 1359 (LP, SI). Parodi 568, 9492 y 12410 (BAA). Pedersen 3300 (LP; LPS 16007). URUGUAY. Rosengurt B-2806 (BAA). Berro 1083 (MVFA); Rosengurt B-6331 (MVFA).

Los esquemas de transecciones foliares fueron diseñados de acuerdo a las referencias siguientes:

- 1) Línea periférica: epidermis; células buliformes (adaxiales) con estructura celular indicada.
- 2) Punteado interno: clorénquima.
- 3) Zonas en negro: esclerénquima.

#### CARACTERES HISTOFOLIARES

La estructura anatómico-foliar de *Oplismenopsis najada* corresponde en líneas generales al "tipo panicoides" de Brown (1958). Dicho tipo se caracteriza por tener el clorénquima radiado de células dispuestas en más de una serie; vaina mestomática generalmente sólo en los haces vasculares primarios; células del mesofilo con espacios aeríferos abundantes. Además de los caracteres fundamentales mencionados existen otros de importancia, que se describen a continuación:

A. Transcorte plano (101). (Fig. 1 G). Cara adaxial con costillas apenas insinuadas (202). Cara abaxial más o menos lisa (229), generalmente con leves saliencias a la altura de los haces vasculares primarios (Fig. 1 C).

B. Clorénquima irregularmente radiado alrededor de los haces vasculares, está compuesto hacia la cara adaxial por 2-3 series de células (803), hacia la abaxial sólo por una. La radiación es más conspicua en la región que circunda al xilema (Fig. 1 K). El clorénquima se dispone en empalizada en vinculación con ambas epidermis<sup>2</sup>. (Las dos empalizadas tienen mayor densidad de cloroplastos) y es continuo entre los haces vasculares, donde forma un tejido lagunoso (811). Sus células son estrelladas de brazos muy cortos, dejando entre sí numerosos espacios intercelulares.

En los haces vasculares primarios, el clorénquima se presenta interrumpido adaxial y abaxialmente por esclerénquima (808), en los haces secundarios la interrupción es sólo abaxial (807); en los terciarios puede ser continuo (805) o estar interrumpido abaxialmente por esclerénquima (807).

Las células que componen el clorénquima son prismático-alargadas, parenquimáticas típicas, raquimorfas, estrelladas con brazos cortos, y de formas diversas (Freier, 1959) (Fig. 1 F). En muchas de ellas se alojan cristales de oxalato de calcio (Sánchez y Casabona, 1981).

C. La vaina mestomática es continua en los haces vasculares primarios y secundarios (684). Existe en forma incompleta, vinculada al floema en los haces terciarios (687). En ambos casos sus células presentan un lumen reducido por engrosamiento en las paredes ra-

<sup>2</sup> La hoja puede considerarse por tal motivo isolaral.

diales y tangenciales internas (690) en la zona correspondiente al floema (Fig. 1 C).

D. La vaina parenquimática carece de cloroplastos (Fig. 1 K). Es continua alrededor de los haces vasculares (610; 655); como excepción, en el haz contiguo al margen suele no serlo. Las células que la componen son de paredes algo engrosadas y observadas en los diafanizados se presentan más largas en sentido longitudinal (Fig. 1 D). La que rodea a los haces primarios posee las células contiguas a la traba abaxial de menor tamaño.

E. Los haces vasculares son primarios, secundarios y terciarios. Los primarios y secundarios son de posición central en el mesofilo; los terciarios se ubican más cercanos a la cara abaxial (435). El contorno de los mismos sin considerar las vainas es oval (519) en los primarios y secundarios y poligonal en los terciarios (505). Total de haces vasculares en el transcorte: 9-15 primarios (409), 0-4 secundarios y 15-65 terciarios. Existen en el mesofilo haces vasculares muy poco diferenciados, consistentes en 3 ó 4 células de tejido conductor, acompañadas por células incoloras semejantes a las que constituyen las vainas parenquimáticas, las que se presentan solitarias o en grupos de 2-4 células, siendo muy frecuentes en la zona marginal. A menudo se observan venas transversales conectando los elementos del xilema de haces contiguos entre sí, o con los grupos de células conductoras de los hacecillos poco desarrollados (Fig. 1 K).

Fórmulas vasculares más frecuentes en semilámina:

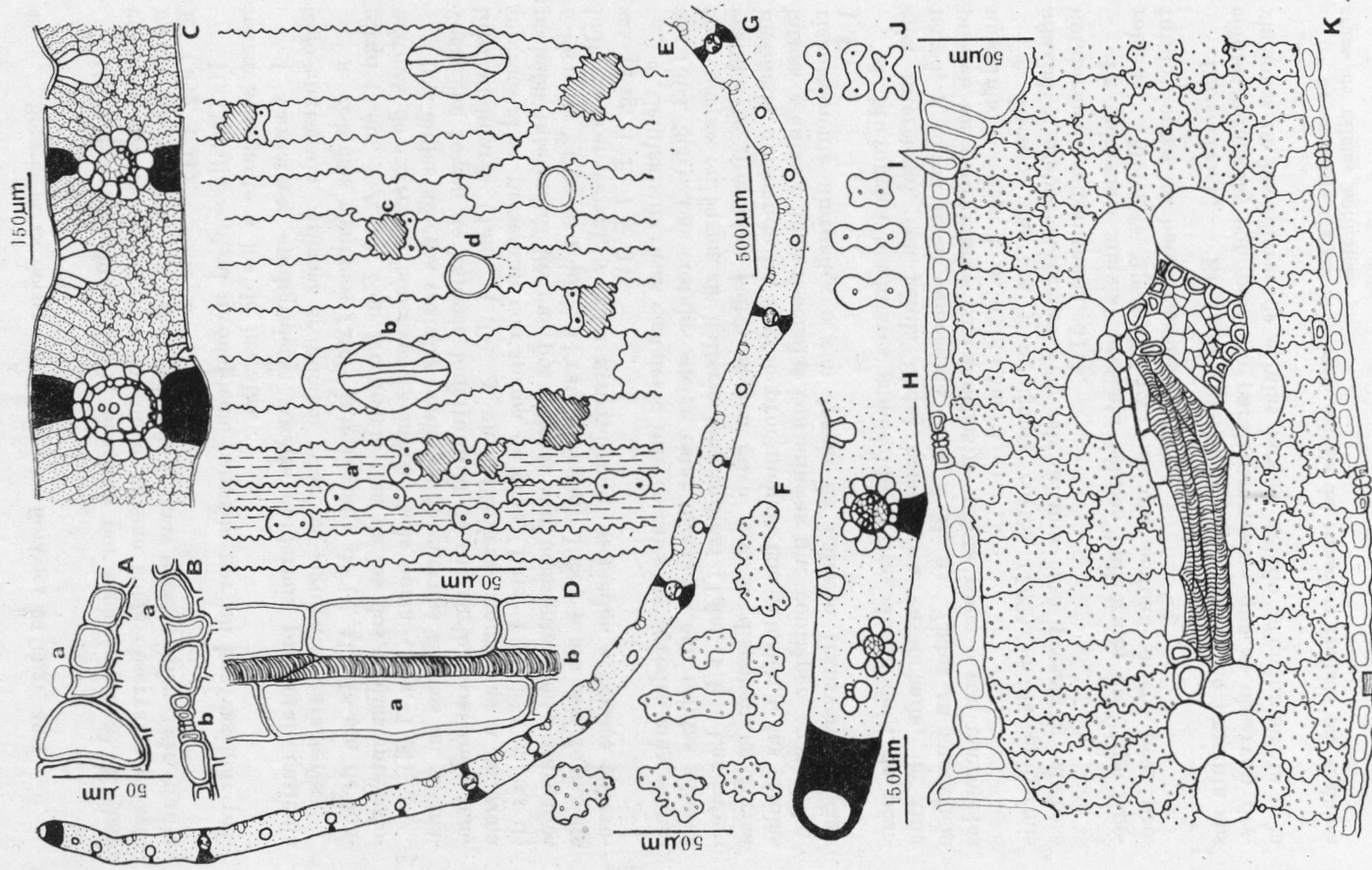
I 333 1 333 1 333 1 333 1 3333 1 3333 1 33

2

I 333 1 333 1 333 1 333 1 33

F. Esclerénquima discontinuo, adaxial (712) y abaxialmente (737) en vinculación con los haces vasculares. Ocupa leves saliencias abaxiales en el caso de los haces primarios; puede faltar en los haces terciarios. Es más abundante el esclerénquima abaxial. También existe esclerénquima marginal.

FIG. 1. — *Oplismenopsis najada* (Rodríguez 144). A: células epidérmicas: a) micropelo bicelular sumergido; B: células epidérmicas: a) célula basal de un micropelo bicelular sumergido en que se ha roto la célula distal; b) estoma; C: detalle del transcorte; D: haz vascular poco diferenciado, en vista lateral, se observan: a) células de la vaina parenquimática, b) tejido conductor; E: vista superficial de la epidermis abaxial: a) célula silíceas, b) estoma, c) célula suberosa, d) micropelo bicelular sumergido; F: células clorénquimáticas; G: transcorte de semilámina, las líneas punteadas limitan la costilla central; H: detalle del margen; I: células silíceas costales; J: células silíceas intercostales; K: detalle del transcorte cercano al margen, se observan venas transversales comunicando un haz vascular terciario con un haz poco diferenciado.



G. Margen subobtusado (771) ocupado por esclerénquima<sup>3</sup>. El haz contiguo generalmente es terciario, el mismo suele observarse escasamente diferenciado y a veces reducido a unas pocas células (cfr. punto E) (Fig. 1 H).

H. Costilla central inconspicua, ocupada por un haz vascular primario semejante a los de las alas.

I. Caracteres epidérmicos: Ambas epidermis presentan cutícula algo engrosada. Además se pueden citar los siguientes caracteres:

a. Estomas rómbicos (202) intercostales de  $\pm 41,5-48 \mu\text{m}$  de longitud (Lám. 1 A, a). Con frecuencia una de las dos células interestomáticas de extremos cóncavos es mucho más corta (Fig. 1 E).

b. Células silíceas costales conteniendo cuerpos silíceos en su mayoría con forma de halterio longitudinal de eje corto, existiendo también nodulares (Lám. 1 D), y en las hileras contiguas a la zona intercostal se presentan con forma de cruz (Lám. 1 A, b); en las de posición intercostal los cuerpos silíceos son horizontalmente alargados o bien de "tipo orizoide" (Prat & Vignal, 1968) o sea con forma de halterio transversal, y están generalmente asociadas a células suberosas (Fig. 1 E, I y J).

c. Células suberosas costales e intercostales de paredes muy sinuosas (303, 305). Las costales suelen estar asociadas con células silíceas con cuerpos en forma de halterio longitudinal (Lám. 1 B). Las intercostales se presentan solitarias, en cuyo caso se disponen en forma inclinada, formando un ángulo pronunciado con relación a las células largas vecinas o bien asociadas con silíceas que contienen cuerpos horizontalmente alargados o con forma de halterio transversal (Fig. 1 E).

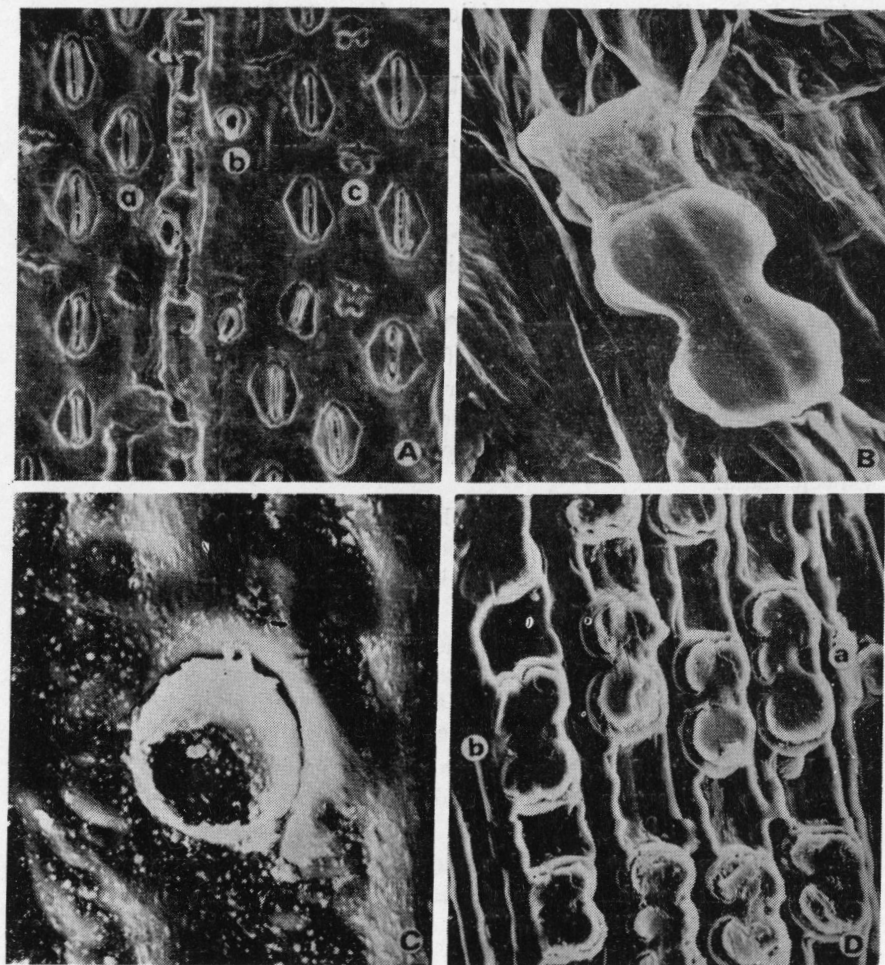
d. Micropelos bicelulares sumergidos "tipo cloridoide", de posición intercostal, con célula distal hemisférica ensanchada, de fina pared, y célula basal sumergida (Fig. 1 B, a). Vistos en superficie pueden ser confundidos con ganchos de punta roma o con micropelos unicelulares (Fig. 1 A, a) (Lám. 1 c).

e. Escasos ganchos y aguijones cortos (502) en la epidermis adaxial y ambos márgenes (en este último caso presentan su base notablemente ensanchada, 511).

La epidermis adaxial presenta células buliformes de "tipo Sporobolus" (Metcalfe, 1960; XLIX) las que ocupan surcos poco profundos, entre los haces vasculares (921).

*Observación.* — En vista superficial, la epidermis no presenta sus células alineadas con perfecto paralelismo, sino que se observan desviaciones de las hileras de células largas, debido principalmente a la

<sup>3</sup> Se considera margen al extremo del ala del transcorte limitado por el último grupo de células buliformes.



LÁM. 1. — *Oplismenopsis najada* (BA 11597). A: epidermis abaxial en que se observan: a) estoma rómbico, b) micropelo bicelular con célula basal sumergida, c) asociación sílico-suberosa,  $\times 300$ . *O. najada* (Burkart 15663). B: epidermis, zona costal: se observa asociación sílico-suberosa,  $\times 1000$ . *O. najada* (Tur 1359). C: epidermis abaxial, se observa micropelo bicelular con célula basal sumergida, la célula distal aparece plasmolizada,  $\times 1500$ ; D: epidermis adaxial, zona costal; cuerpos sílicos de forma nodular (a) y de halterio longitudinal de eje corto (b), alternando con células suberosas,  $\times 700$ . Fotomicrografías obtenidas con el microscopio electrónico de barrido del servicio que mantiene el CONICET.

presencia de células suberosas dispuestas en forma oblicua, y a la existencia de células interestomáticas más cortas.

### CONCLUSIONES

Por el tipo de vaina parenquimática compuesta por células conspicuas de paredes algo engrosadas, pero sin cloroplastos, *Oplismenopsis najada* se ubica en el grupo de las *Panicaceae* C3 (Ellis, 1977: 74). Por otra parte el Dr. J. C. Vogel<sup>4</sup> realizó la determinación del cociente entre los isótopos C13/C12, en láminas foliares de materiales de herbario enviadas por nosotros hallando los siguientes resultados:  $-27,4\%$ ;  $-28,1\%$  típicos de una gramínea C3. Estos datos confirman la certeza de la afirmación de Ellis (*l. c.*: 107) quien ha demostrado que en el Síndrome de Kranz existe una correlación tan estrecha entre la anatomía y la función que bien puede considerarse a la anatomía foliar como un seguro indicador para predecir la fisiología C3 o C4 de una especie dada.

Por otra parte es interesante hacer notar que no obstante su habitat acuático o palustre, esta especie presenta en su morfología interna un solo carácter de adaptación a dicho medio: el clorénquima lagunoso central interfascicular.

La existencia de una empalizada adaxial y otra abaxial da a las hojas el carácter de isolaterales caso poco frecuente en la familia *Gramineae*. La tendencia de las hojas a ubicarse verticalmente en el tallo podría ser una explicación a esa estructura interna.

La presencia de células formando una empalizada subyacente a las células buliformes hace coincidir a este género con *Oplismenus* (Metcalf, 1960: 335).

En la especie estudiada los micropelos bicelulares sumergidos con célula distal ensanchada hemisférica se clasifican como de "tipo cloridoide" (Prat & Vignal, 1968) o sea no conciben por su forma con la ubicación sistemática del género (*Panicaceae*), pero por la naturaleza de sus paredes, más fina que las de la célula distal, son de "tipo eupanicoide" (Tateoka *et al.*, 1959: 89). Estos autores previeron excepciones en cuanto a la forma para esta clasificación y vemos que *Oplismenopsis* es una de ellas (Fig. 1 A, a).

Como corolario a lo expuesto nos parece interesante establecer un cuadro comparativo entre los géneros *Oplismenopsis* y *Echinochloa*, en cuanto a sus caracteres *histofoliales*:

<sup>4</sup>Natural Isotopes Division, CSIR, South Africa.



## OPLISMENOPSIS

1. Estructura anatómica de tipo C3 (vaina parenquimática sin cloroplastos).
2. Presencia de vaina mestomática.
3. Haces vasculares muy distantes entre sí (300-500  $\mu\text{m}$ ).<sup>6</sup> Nunca dos haces contiguos comparten el mismo grupo de células clorénquimáticas.
4. Haces vasculares terciarios no en vinculación con las células buliformes, ubicados más cerca de la epidermis abaxial.
5. Clorénquima en más de una serie alrededor de los haces vasculares, a veces hasta tres series en la región del xilema.
6. Transcorte con costilla central inconspicua.
7. Células buliformes de "tipo Sporobolus".
8. Micropelos bicelulares sumergidos "tipo cloridoide" por la forma de sus células, la distal hemisférica.

## ECHINOCHLOA

1. Estructura anatómica de tipo C4<sup>5</sup>.
2. Ausencia de vaina mestomática.
3. Haces vasculares cercanos entre sí (86,4-128  $\mu\text{m}$ ). Generalmente dos haces contiguos comparten el mismo grupo de células clorénquimáticas.
4. Haces vasculares terciarios en vinculación con las células buliformes, de posición central en el mesofilo.
5. Clorénquima en una serie alrededor de los haces vasculares.
6. Transcorte con costilla central conspicua (en general aquillada).
7. Células buliformes en grupos regulares.
8. Micropelos bicelulares de "tipo eupanicoide" típico (con ambas células alargadas longitudinalmente).

Como puede apreciarse la anatomía foliar apoya ampliamente la separación de ambos géneros.

## AGRADECIMIENTO

Dejamos constancia de nuestro profundo agradecimiento al Dr. R. P. Ellis (Botanical Research Institute, Pretoria, South Africa) gracias a cuyos buenos oficios obtuvimos la valiosa colaboración del Dr. J. C. Vogel (Natural Isotopes Division, CSIR, South Africa).

## BIBLIOGRAFIA

- BROWN, W. 1958. Leaf anatomy in grass systematics. *Bot. Gaz.* 119 (3): 170-178, figs. 1-19.
- BROWN, W. & B. SMITH. 1972. Grass evolution, the Kranz Syndrome, 13C/12C ratios, and continental drift. *Nature* 239: 345-346.
- DIZEO DE STRITTMATTER, C. G. 1980. Coloración con Violeta de Cresyl. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 19 (1-2): 273-276.

<sup>5</sup> La estructura anatómica corrobora lo hallado desde el punto de vista fisiológico (Brown & Smith 1972: 346; Ellis 1977: 91).

<sup>6</sup> La medida fue tomada de centro a centro entre dos haces contiguos.

- ELLIS, R. 1976. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the *Poaceae*. I. The leaf blade as viewed in transverse section. *Bothalia* 12 (1): 65-109.
- 1977. Distribution of the Kranz Syndrome in the Southern African *Eragrostoideae* and *Panicoideae* according to bundle sheath anatomy and cytology. *Agroplanta* 9: 73-110, f. 1-63.
- 1979. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the *Poaceae*. II. The epidermis as seen in surface view. *Bothalia* 12 (4): 641-671.
- FREIER, F. 1959. Las células clorénquimáticas del mesófilo de las Gramíneas. *Revista Arg. Agron.* 26 (1-2): 1-16, f. 1-3.
- GOULD, F. W. 1972. A revision of *Echinochloa* in the United States. *Amer. Midl. Nat.* 87 (1): 36-59.
- HACKEL, E. y J. ARECHAVALETA. 1894. Las Gramíneas Uruguayas. *Anal. Mus. Nac. Montevideo*, 1: 103, Lám. VII-VIII.
- HUVÉ, P. 1970. Un milieu de montage commode pour l'étude microscopique des Algues. *Soc. Phycol. de France. Bull.* 15: 5-8.
- MARTÍNEZ CROVETTO, R. 1942. Las Gramíneas argentinas del género *Echinochloa*. *Revista Arg. Agron.* 9 (4): 310-342.
- METCALFE, C. R. 1960. Anatomy of the Monocotyledons, I *Gramineae*. I-LXI, 1-731; f. 1-29. Oxford Clarendon Press.
- METCALFE, C. R. & H. T. CLIFFORD. 1968. Microhairs on grasses. *Kew Bull.* 21 (3): 490.
- NAPP-ZINN, K. 1974. Blattanatomie der Angiosperm. In ZIMMERMANN, W. et al. *Handbuch der Pflanzenanatomie* (2 Aufl.) Spez. Teil, 8, 2A, 2: 265-1424, Abb. 221-280. BORNTRAEGER, Berlin Stuttgart.
- PARODI, L. R. 1925. Notas sobre Gramíneas de la flora argentina. *Physis* 8: 75.
- 1937. Gramíneas argentinas nuevas o críticas. *Not. Mus. La Plata, Bot.* 2 (11): 2-4, fig. 1.
- PRAT, H. & C. VIGNAL. 1968. Utilisation des particularités de l'épiderme pour l'identification et la recherche des affinités des Graminées. *Bol. Soc. Arg. Bot.* 12: 155-166, f. 1-3.
- ROSENGURTT, B., B. R. ARRILLAGA y P. IZAGUIRRE. 1970. Gramíneas uruguayas. 1-491. Montevideo, Universidad de la República.
- SÁNCHEZ, E. 1968. Anatomía foliar de las especies del género *Echinochloa* (*Gramineae*) de la flora argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 12: 17-37, f. 1-7.
- SÁNCHEZ, E. y M. I. CASABONA. 1981. Presencia de cristales en hojas de *Panicaceae* (*Gramineae*). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 20 (1-2): 83-90.
- SMITH, B. N. & W. BROWN. 1973. The Kranz Syndrome in the *Gramineae* as indicated by carbon isotopic ratios. *Am. Jour. Bot.* 60 (6): 505-513.
- STREHL, T. & L. MULLER. 1979. Estudo da morfologia e anatomia de *Echinochloa colona* (L.) Link. *Iheringia Ser. Bot. Porto Alegre* 24: 27-49. f. 1-25.
- TATEOKA, T., S. INOUE & S. KAWANO. 1959. Notes on some grasses. IX. Systematic significance of bicellular microhairs of leaf epidermis. *Bot. Gaz.* 121: 80-91.