



Palabras clave: fitolitos, *Cortaderia*, Entre Ríos

Key words: Phytoliths, *Cortaderia*, Entre Ríos

Fitolitos de las Poaceae Argentinas: IV. Asociación fitolítica de *Cortaderia selloana* (Danthonieae: Poaceae), de la Provincia de Entre Ríos (Argentina)

Alejandro Fabián Zucol

Laboratorio de Paleobotánica
Centro de Investigaciones Científicas, Diamante
(CICYTTP-CONICET)
Dr. Materi y España S/N
3105, Diamante, Entre Ríos,
Argentina
(E-mail: afzucol@alpha.arcrde.edu.ar)

RESUMEN

Este artículo es una contribución al conocimiento de las asociaciones fitolíticas de las Poaceae de la flora de la Provincia de Entre Ríos. Con el objeto de definir la asociación fitolítica de *Cortaderia selloana* Ascherson et Graebn., se estudiaron los aportes fitolíticos parciales realizados por diferentes zonas del vegetal (hoja, caña, inflorescencia y raíz). La asociación fitolítica se caracteriza por la elevada frecuencia de formas articuladas como células largas y cortas, y formas aisladas como fitolitos trapezoidales, elongados lisos y ápices de formas aguzadas. En menor frecuencia se presentan los fitolitos aislados rectangulares, redondeados, halteriformes de centro corto y final convexo o recto, de centro largo y final convexo, poliédricos lisos, ganchos y formas triangulares. En lo que respecta a las contribuciones parciales el aporte foliar, tanto de formas articuladas como aisladas, es el que define la asociación fitolítica, la caña realiza un menor aporte basado en elementos morfológicos particulares como fitolitos rectangulares, trapezoidales y elongados lisos; mientras que la inflorescencia y la raíz realizan un aporte de formas peculiares (fitolitos aguzados, elongados, en abanico, triangulares y porciones silicificadas del tejido vascular). Este estudio se complementó con un análisis anatómico del vegetal, con el objeto de establecer el origen de los distintos fitolitos observados.

ABSTRACT

Phytoliths of the Argentine Poaceae: IV. Phytolith assemblages of Cortaderia selloana (Danthonieae: Poaceae), from Entre Ríos Province (Argentina)

This article is a contribution to the knowledge of the phytolith assemblages of the Poaceae of Entre Ríos Province flora. In order to define the phytolith assemblages of Cortaderia selloana Ascherson et Graebn., the partial phytolith contributions were studied carried out by different areas of the grass plant (leaf, cane, inflorescence and root). The phytolith assemblage is characterized by the high frequency of long and short articulated cells, and isolated forms as trapezoidal, smooth elongated and apex of point-shaped phytoliths. Rectangular, rounded, dumbbells with convex or straight ends and short shank and dumbbells with convex ends and long shank, fan-shaped, hooks and triangular forms are less frequent. The leaf assemblage is the one that defines the phytolith assemblage, the cane contributed with particular phytoliths, such rectangular, trapezoidal and smooth elongated phytoliths; whereas the inflorescence and the root carry out the contribution of peculiar elements (sharpened, elongated, fan-shaped, triangular and silicified portion of vascular tissue). This study includes an anatomical analysis of the grass plant, so as to establish the provenience of the different phytoliths.



INTRODUCCION

La subfamilia Arundinoideae (*sensu* Watson y Dallwitz, 1992) posee escasos representantes en la flora de la provincia de Entre Ríos; según Burkart (1969) se encuentran presentes las tribus Arundineae (*Arundo donax* Lin. y *Phragmites australis* Trinius ex Steudel), Danthoniae (*Danthonia montevidensis* Hackel et Arechavaleta y *Cortaderia selloana* Ascherson et Graebn.) y Aristideae (con 16 especies del género *Aristida*). En lo referente a la tribu Danthoniae, *D. montevidensis* es descrita como ocasional en el Sur de la provincia.

El presente estudio es una contribución al conocimiento de las asociaciones fitológicas de las Poaceae de la flora entrerriana, con el fin de identificar fitológicamente los distintos grupos sistemáticos de gramíneas presentes en la región. Esta tarea se viene realizando sobre grupos con elevada representatividad específica como las tribus Stipeae y Paniceae (Zucol, 1996 a y b, 1998 y en prensa), si bien en este caso se complementa con un grupo de menor representatividad (tribu Danthoniae).

MATERIAL Y METODOS

Por cada uno de los ejemplares coleccionados (Fig. 1), se tomaron muestras de la penúltima hoja de una innovación estéril, la porción media de la caña, la porción media de la inflorescencia y la raíz caulógena. Estas fueron tratadas por el método de calcinación de Labouriau (1983), que consiste en una carbonización previa (a 200 °C) y una calcinación final a 800 °C. Para el estudio anatómico foliar se utilizó la técnica del raspado de Metcalfe (1960) para la obtención de los preparados epidérmicos y cortes a mano alzada para los preparados de sección transversal.

Los estudios microscópicos de las cenizas obtenidas se realizaron mediante un microscopio Leica Leitz Labor Lux S. La documentación óptica, que se incluye en las ilustraciones se obtuvo mediante una pantalla de proyección Visopan Reichert.

La descripción de los elementos fitológicos se realizó de acuerdo a la clasificación de Twiss *et al.* (1969) modificada por Twiss (1992) y por Zucol (1996 a); mientras que la definición de las asociaciones y porcentajes de frecuencias relativas de cada clase morfológica se obtuvieron mediante el recuento de 400 estructuras por muestra. La escala de frecuencia adoptada (ausentes, raros, escasos, frecuentes y muy frecuentes) se detalla en artículos previos de esta serie (Zucol, 1996 b y en prensa).

La metodología descriptiva que se ha implementado (Zucol, en prensa) consta de una serie de etapas tendientes a describir, cuantificar e ilustrar los distintos tipos morfológicos que componen la asociación fitológica estudiada.

Para el estudio y descripción de la anatomía foliar, se ha tomado como referencia la terminología establecida por Ellis (1976 y 1979) y las descripciones dadas por Metcalfe (1960) y Watson y Dallwitz (1992).

Material estudiado (Fig. 1): ARGENTINA: Prov. Entre Ríos: Depto. Federación: 19/09/92, A. F. Zucol 124 (HAFZ). Depto. Concordia: Concordia, 22/09/92, A. F. Zucol 197 (HAFZ); Concordia, 22/09/92, A. F. Zucol 201 (HAFZ); Puerto Yerua, 18/09/92, A. F. Zucol 125 (HAFZ). Depto. Villaguay: Alrededores de la ciudad de Villaguay, 24/09/92, A. F. Zucol 224 (HAFZ). Depto. Diamante: San Francisco, 28/02/98, A. F. Zucol 694 (HAFZ); Puerto de Diamante, 23/03/98, A. F. Zucol 695 (HAFZ). Depto. Colón: Liebig, 23/09/92, A. F. Zucol 129 (HAFZ). Depto. Rosario del Tala: Balneario Delio Paniza, 16/09/92, A. F. Zucol 163 (HAFZ). Depto. Gualeguay: 24/09/92, A. F. Zucol 257 (HAFZ). Depto. Uruguay: Concepción del Uruguay, 25/09/92, A. F. Zucol 209 (HAFZ).

RESULTADOS

Cortaderia selloana (Schult.) Ascherson et Graebn., *Syn. millet-europ. Flora.* 2(1): 325. 1900. -*Arundo selloana* Schultes, *Mantissa 3. Cl. Sys. Veg.*: 605. 1827.

Formas articuladas (Fig. 2 A y 3)

Elementos subepidérmicos: escasos, redondeados o poliédricos pequeños. Elementos buliformes: raros, pequeños, muy poco diferenciados de los elementos subepidérmicos.

Células largas: muy frecuentes, de paredes anticlinales longitudinales onduladas hasta sinuosas, en algunos casos lisas; asociadas entre sí y con células cortas, ganchos, aguijones y aparatos estomáticos. Células cortas: muy frecuentes, halteriformes cortas a redondeadas; asociadas entre sí y con células largas en hileras medianas (las originadas en la zona costal (Fig. 4)) o solitarias y en pares (las originadas en la zona intercostal (Fig. 4)). Aguijones: escasos, de gran tamaño y paredes robustas, asociados con células largas y cortas, preferentemente del tipo marginal, si bien se observaron algunos aguijones más pequeños. Ganchos: escasos, asociados directamente con células largas y por medio de estas con células cortas. Aparatos estomáticos: escasos, en unidades enteras asociados con células largas, o

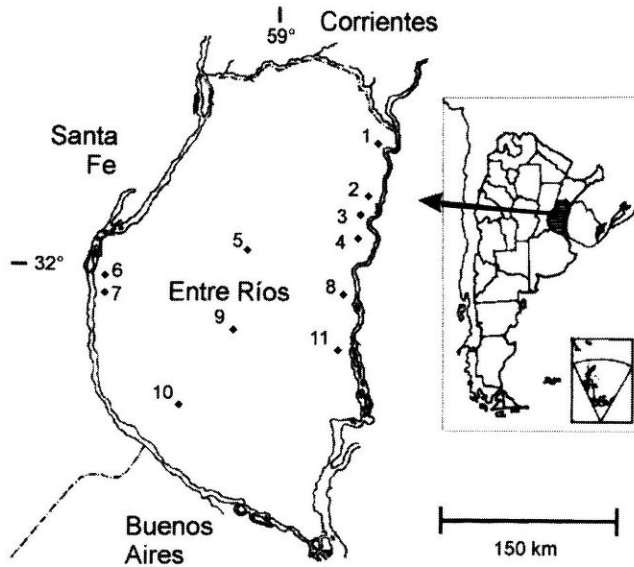


Figura 1

Mapa de ubicación de la localidades en donde se realizó el muestreo. 1. Federación. 2. 3. Concordia. 4. Puerto Yeruá. 5. Villaguay. 6. San Francisco. 7. Diamante. 8. Liebig. 9. Rosario del Tala. 10. Gualaguay. 11. Concepción del Uruguay.

menos frecuentemente unidades parciales aisladas de las células largas adyacentes.

Fitolitos no identificados: se han observado formas articuladas de gruesas paredes y diámetro variable, que se corresponden con porciones de haces vasculares (Fig. 3B); también se encuentran presentes elementos más o menos rectangulares asociados entre sí, muchos de los cuales poseen perforaciones a modo de punteaduras (Fig. 3 A).

Formas aisladas (Fig. 2 B y 3)

Clase Pooide (Fig. 2 B b): Rectangulares frecuentes, de tamaño variable; Redondeados frecuentes; Trapezoidales muy frecuentes.

Clase Panicoide (Fig. 2 B a): Halteriformes de centro cóncavo y final convexo raros; Halteriformes de centro corto y final convexo o recto frecuentes; Halteriformes de centro largo y final convexo frecuentes; Halteriformes de centro nodular escasos; Halteriformes complejos y regulares raros.

Clase Elongados (Fig. 2 B f) : Elongados lisos muy frecuentes, de tamaño y ornamentación muy variable; Elongados sinuosos y Elongados de final cóncavo escasos. Clase en Abanicos y Poliédricos (Fig. 2 B e): Abanicos lisos escasos, pequeños; Poliédricos lisos frecuentes, de tamaño variable; Poliédricos sinuosos raros.

Clase Aguzados (Fig. 2 B c): Porciones medias de pelos raros; Ápices de formas aguzadas muy frecuente; Agui-

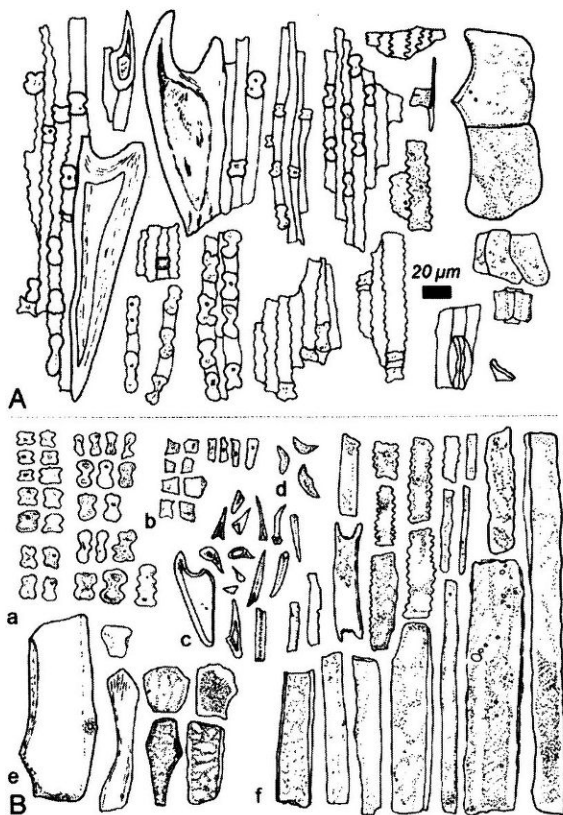
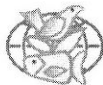


Figura 2

Asociación fitolítica foliar de *Cortaderia selloana*. A. Formas articuladas. B. Formas aisladas: a. Clase Panicóide. b. Clase Pooide. c. Clase Aguzados. d. Fitolitos no identificados provenientes de células subsidiarias estomáticas. e. Clase en Abanicos y Poliédricos. f. Clase Elongados

jones aislados escasos, similares a los descriptos para las formas articuladas; Ganchos aislados frecuentes, de base isodiamétrica y barba de largo variable, enteros o fragmentados; Formas triangulares frecuentes, en general pequeñas.

Fitolitos no identificados: dentro de esta clase se incluyen células subsidiarias aisladas (Fig. 2 B d) y también se han observado algunos fitolitos alargados de extremos redondeados por cuyo tamaño y forma podrían haberse originado en células oclusivas estomáticas.



Fitolitos tubulares de paredes delgadas, rectos, ondulados, en rulos o irregularmente helicoidales, originados en porciones medias y distales de pelos unicelulares. (Fig. 3 C).

Asociación fitolítica de la especie

Asociación definida por la presencia en elevada frecuencia de formas articuladas tales como células largas y

cortas, y formas aisladas como fitolitos trapezoidales, elongados lisos y ápices de formas aguzadas. En menor frecuencia se presentan los fitolitos aislados rectangulares, redondeados, halteriformes de centro corto y final convexo o recto, de centro largo y final convexo, poliédricos lisos, ganchos y formas triangulares. Los fitolitos que se registraron en forma escasa, rara o no fueron observados se detallan en el Cuadro 1.

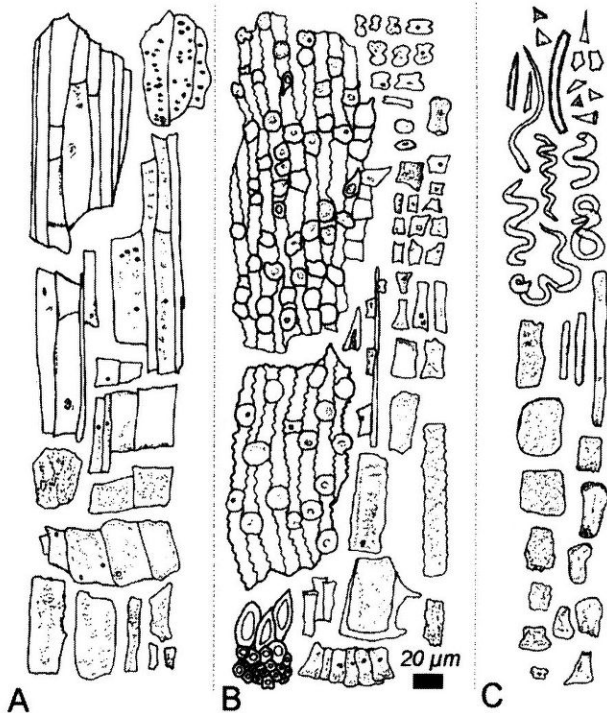


Figura 3

Asociación fitolítica de *Cortaderia selloana*. A. Asociación fitolítica de raíz. B. Asociación fitolítica de caña. C. Asociación fitolítica de inflorescencia.



Cuadro 1

Asociación fitolítica de *Cortaderia selloana*, frecuencia de las diferentes clases morfológicas.

	Clases morfológicas	Escala de frecuencia	Frecuencia relativa
1	Elementos subepidérmicos	Escasos	1,49
2	Elementos buliformes	Raros	0,43
3	Células largas	Muy frecuentes	10,68
4	Células cortas	Muy frecuentes	10,04
5	Aguijones	Escasos	1,07
6	Ganchos	Escasos	1,28
7	Pelos	No observados	
8	Aparatos estomáticos	Escasos	1,28
9	Luna creciente	No observados	
10	Circulares	No observados	
11	Rectangulares	Frecuentes	3,63
12	Redondeados	Frecuentes	4,49
13	Elípticos	No observados	
14	Crenados y oblongos	No observados	
15	Doble contorno	No observados	
16	Trapezoidales	Muy frecuentes	8,12
17	Chloridoideos normales	No observados	
18	Chloridoideos delgados	No observados	
19	Ensilas de montar	No observados	
20	En cruz gruesa	No observados	
21	En cruz delgada	No observados	
22	Halteriformes de centro cóncavo y final convexo	Raros	0,43
23	Halteriformes de centro corto y final convexo	Frecuentes	5,77
24	Halteriformes de centro largo y final convexo	Frecuentes	3,84
25	Halteriformes de centro corto y final recto	Frecuentes	5,77
26	Halteriformes de centro nodular	Escasos	2,13
27	Halteriformes de centro espinoso	No observados	
28	Halteriformes complejos y regulares	Raros	0,85
29	Halteriformes complejos e irregulares	No observados	
30	Halteriformes crenados	No observados	
31	Elongados lisos	Muy frecuentes	9,61
32	Elongados sinuosos	Escasos	1,07
33	Elongados espinosos	No observados	
34	Elongados espinosos con piso	No observados	
35	Con final cóncavo	Escasos	2,13
36	Abanicos lisos	Escasos	1,44
37	Abanicos crenados	No observados	
38	Abanicos con piso	No observados	
39	Poliédricos lisos	Frecuentes	4,70
40	Poliédricos sinuosos	Raros	0,85
41	Poliédricos con piso	No observados	
42	Porciones medias de pelo	Raros	0,21
43	Apices de formas aguzadas	Muy frecuentes	7,48
44	Pelos enteros	No observados	
45	Aguijones	Escasos	2,13
46	Ganchos	Frecuentes	4,06
47	Formas triangulares	Frecuentes	4,27



Observaciones

La asociación fitolítica foliar aporta de manera mayoritaria las distintas formas articuladas descriptas; a este aporte se le suman las porciones epidérmicas de células largas de paredes anticlinales longitudinales sinuosas articuladas a ganchos y a células cortas halteriformes cortas a redondeadas y los elementos vasculares de paredes gruesas, característicos de la asociación de caña y los elementos más o menos rectangulares asociados entre sí aportados por la asociación de raíz. En la asociación de inflorescencia es rara la presencia de formas articuladas.

Las formas aisladas de la asociación son aportadas, como en el caso anterior, en forma mayoritaria por la asociación foliar. La asociación de caña, contribuye con células cortas redondeadas y halteriformes de centro corto, fitolitos rectangulares cortos, trapezoidales, elongados lisos, en abanico y poliédricos lisos y algunas formas aguzadas. En la asociación de raíz son escasas las formas aisladas, entre las que se cuentan fitolitos rectangulares y poliédricos lisos. En lo que respecta a la asociación de inflorescencia, además de aportar algunos elementos cortos como los mencionados para la caña, elongados lisos, en abanico y poliédricos lisos, su composición se caracteriza por la abundancia de fitolitos tubulares de paredes delgadas, rectos, ondulados, en rulos o irregularmente helicoidales, originados en porciones medias y distales de pelos.

Anatomía y condiciones mesológicas

C. seloana es una especie perenne, cespitosa; con tallos de 1-4 m de altura, que en Argentina se distribuye desde el NE hasta el N de Patagonia; de lugares bajos, no anegados y en márgenes de ríos y arroyos. En Entre Ríos es muy común en los bañados del S de la provincia y en los distintos ríos y arroyos de las cuencas de los ríos Paraná, Uruguay, Gualeguay y Gualeguaychú. El material muestreado pertenece a las regiones de las cuencas de los ríos Uruguay, Gualeguay y Paraná (Fig. 1). Con la finalidad de conocer la distribución topográfica de cada tipo de fitolito hallado en los tejidos respectivos, se complementó este estudio con la observación de la anatomía foliar, con los siguientes resultados: Epidermis adaxial (Fig. 4 C) con zonas intercostales deprimidas, con varias hileras estomáticas en la parte más baja y numerosos ganchos intercalados con las células largas adyacentes. Zonas costales con células cortas solitarias, pareadas o en grupos de 3-5. Epidermis abaxial (Fig. 4 D) con zonas intercostales formadas por células largas de paredes anticlinales longitudinales marcadamente sinuosas, células cortas solitarias, escasos ganchos y aparatos estomáticos dispuestos en dos bandas, células subsidiarias en domo bajo. Zonas cos-

tales con células largas levemente más delgadas que las intercostales, intercaladas con células cortas pareadas o en grupos de 3-5. En las zonas marginales, tanto abaxial como adaxialmente se incrementa la presencia de aguijones (15 - 23 μ m de largo de área basal), de paredes robustas y barba larga (10 μ m de largo promedio).

Con sendero fotosintético C_3 ; $XyMS+$ (Watson y Dallwitz, *op. cit.*). La sección transversal foliar (Fig. 4 A y B) se caracteriza por un mesófilo con clorénquima no radiado, sin empalizada adaxial; células buliformes pequeñas, en grupos; haces vasculares de segundo orden dispuestos en forma consecutiva entre los de primer orden, situados todos en el centro de la lámina, haces vasculares de primer orden elípticos, de segundo orden redondeados, acompañados por esclerénquima en todos los casos, elementos xilemáticos de moderado diámetro, sin vasos metaxilemáticos conspicuos, floema parcialmente esclerosado.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

En lo que respecta a la identificación sistemática de la asociación fitolítica de *C. seloana*, los elementos descriptos se encuentran dentro de los límites establecidos por Twiss (1992) para la subfamilia Arundoideae, caracterizada por la presencia de cuerpos silíceos cuadrados, rectangulares, trapezoidales cortos, redondeados, oblongos, crenados, halteriformes y elongados longitudinalmente y células largas intercostales de paredes longitudinales sinuosas.

Sobre el análisis de los aportes parciales de las distintas áreas del vegetal y su origen anatómico, puede concluirse que la hoja realiza el principal aporte a la asociación fitolítica; con formas articuladas compuestas por células largas, cortas, aparatos estomáticos y aguijones y formas aisladas como los fitolitos rectangulares, trapezoidales, halteriformes, elongados lisos, poliédricos lisos, ápices de formas aguzadas y ganchos. Por otra parte, la caña aporta porciones epidérmicas con células largas de menor longitud que las foliares y células cortas principalmente redondeadas, formas aisladas como fitolitos rectangulares, trapezoidales, halteriformes, elongados lisos y poliédricos. La inflorescencia se caracteriza por la abundancia de elementos aguzados, principalmente del tipo de los pelos presentes en las espiguillas femeninas, asociados con fitolitos elongados, en abanico o poliédricos y triangulares. Por último, el aporte que realiza la raíz es pobre en formas aisladas y más abundante en formas articuladas más o menos rectangulares, asociadas entre sí, muchas de las cuales puede interpretarse como porciones del tejido vascular radicular.

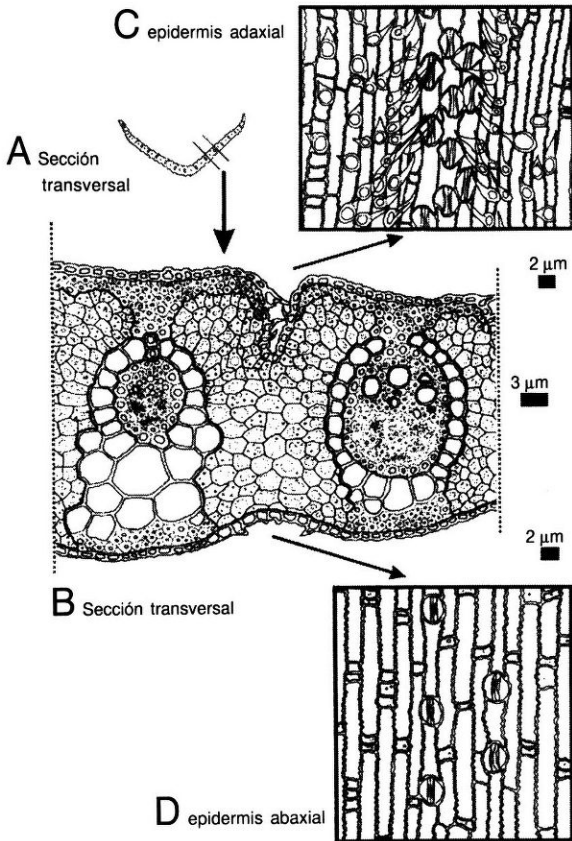
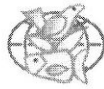


Figura 4

Anatomía de la lámina foliar de *Cortaderia selloana*. A. Sección transversal (3x). B. Detalle. Vista superficial. C. Epidermis adaxial. D. Epidermis abaxial



AGRADECIMIENTOS

A la Directora del INALI, Prof. E. Cordiviola de Yuan, por permitirme la utilización de parte del equipamiento con que se realizó este trabajo. A la Dra. H. Bertoldi de Pomar y al Dr. P. C. Twiss por sus sugerencias, que permitieron mejorar este manuscrito. Este trabajo ha sido financiado por el PEI N° 0113/98, CONICET.

REFERENCIAS

- Burkart, A. (Dir.). 1969. Flora ilustrada de Entre Ríos. Vol. 2 Gramíneas. *Col. Cient. I.N.T.A.* 551p.
- Ellis, R. P. 1976. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. I. The leaf-blade as viewed in transverse section. *Bothalia* 12: 65-109.
- Ellis, R. P. 1979. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. II. The epidermis as seen in surface view. *Bothalia* 12: 641-671.
- Labouriau, L. G. 1983. Phytolith work in Brazil, A minireview. *The Phytolitharian Newsletters* 2 (2): 6-11.
- Metcalfe, C. R. 1960. Anatomy of Monocotyledons. I. Gramineae. *Oxford, Clarendon Press.* 731 pp.
- Twiss, P. C. 1992. Predicted world distribution of C₃ and C₄ grass phytoliths. En: "Phytolith systematics" Rapp. G y S. C. Mulholland (Eds.), *Plenum Press, Nueva York:* 113-128.
- Twiss, P. C., E. Suess y R. M. Smith. 1969. Morphological classification of grass phytolith. *Proc. Soil. Sc. Soc. America* 33(1): 109-115.
- Watson, L. & M. J. Dallwitz., 1992. Grass genera of the World: descriptions, illustrations, identification and information retrieval; including synonyms, morphology, anatomy, physiology, phytochemistry, cytology, classification, pathogens, world and local distribution and references. *Version 30th april 1998.* URL. <http://biodiversity.uno.edu/delta/>
- Zucol, A. F. 1996 a. Estudios morfológicos-comparativos de especies de los géneros *Stipa*, *Panicum* y *Paspalum* (Poaceae) de la provincia de Entre Ríos *Tesis Doctoral U.N.L.P.* 558 p.
- Zucol, A. F. 1996 b. Microfitolitos de las Poaceae argentinas: I. Microfitolitos foliares de algunas especies del género *Stipa* (Stipeae: Arundinoideae), de la provincia de Entre Ríos. *Darwiniana* 34 (1-4): 151-172.
- Zucol, A. F. 1998. Microfitolitos de las Poaceae argentinas: II. Microfitolitos foliares de algunas especies del género *Panicum* (Poaceae: Paniceae), de la provincia de Entre Ríos. *Darwiniana* 36 (1-4): 29-50.
- Zucol, A. F. (En prensa). Fitolitos: III. Asociaciones fitolíticas de *Piptochaetium montevidense* (Stipeae: Poaceae). Una nueva metodología descriptiva. *Bol. Soc. Argent. Bot.*

Recibido/Received/: 15 octubre 1998

Aceptado/Accepted/: 31 enero 2000