

MICROFITOLITOS DE LAS POACEAE ARGENTINAS: II. MICROFITOLITOS FOLIARES DE ALGUNAS ESPECIES DEL GENERO *Panicum* (POACEAE, PANICEAE) DE LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS

ALEJANDRO F. ZUCOL ¹

Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Diamante, CONICET, Matteri y España, 3105 Diamante, Entre Ríos, Argentina. E-mail: afzucol@alpha.arcr.ride.edu.ar

ABSTRACT: Zucol A. F. 1998. Phytoliths of the argentine Poaceae: II. Leaf phytoliths of some species of the genus *Panicum* (Poaceae, Paniceae) from Entre Ríos province. *Darwiniana* 36: 29-50.

Foliar phytolith morphology of 8 species the *Panicum* (*P. bergii* Arechav., *P. decipiens* Nees, ex Trin., *P. dichotomiflorum* Michx., *P. gouinii* Fourn., *P. hians* Elliott, *P. laxum* Sw., *P. prionitis* Nees and *P. sabulorum* Lam.) present in the prairie of Entre Ríos Province, was described. Cluster analysis (UPGMA) and ordination by principal component analysis (PCA) were performed on 49 morphological characters from the 8 phytolith assemblages (OTUs). The results defined four groups: the first group includes *P. laxum* assemblage, the second one *P. hians* and *P. decipiens* assemblages, the third group *P. prionitis* assemblage and the last one with *P. dichotomiflorum* + [*P. sabulorum* + (*P. bergii* + *P. gouinii*)] assemblages. The 8 phytolith assemblages showed Panicoideae affinity (*sensu* Twiss, 1992), and differed from the typical phytolith assemblages of other subfamilies. This study supported the previous infrageneric classification proposed by Zuloaga et al. (1993), with the exception of subgenus *Dichanthelium* which appeared in this analysis related to species of subgenus *Panicum*.

Keywords: Phytoliths, Phytolith assemblages, *Panicum* sp., Entre Ríos Province, Argentina.

Palabras clave: Microfitolitos, Asociaciones microfitolíticas, *Panicum* sp., Provincia de Entre Ríos, Argentina.

INTRODUCCIÓN

La presencia y la concentración de acumulaciones síliceas en el reino vegetal no es uniforme, no sólo entre los distintos grupos sistemáticos (Piperno, 1988: 19), sino también en lo que respecta a las distintas etapas fenológicas del vegetal, desarrollo del órgano (Labouriau et al., 1973) y a las condiciones mesológicas en las que se desarrolla, Piperno, 1988: 15). La presencia de sílice en las Poaceae ha sido estudiada en relación al crecimiento y la productividad de las gramíneas con importancia económica, tales como el arroz, la cebada, el sorgo y la caña de azúcar, y a la resistencia a enfermedades y ataques de insectos que la sílice le proporciona a estos vegetales (Rovner, 1988). En lo referente al conocimiento de los morfotipos microfitolíticos presentes en los distintos integrantes de la familia, los estudios han evolucionado hasta la actualidad (Zucol, 1992) en que se está dando un mayor énfasis en el estudio detallado de las asociaciones microfitolíticas en relación a los grupos sistemáticos naturales de las Poaceae y su clasificación (Zucol, 1995).

La presente es una contribución al conocimiento de las asociaciones microfitolíticas de las Poaceae, en donde se estudiaron las distintas formas microfitolíticas foliares y las asociaciones de éstas halladas en las especies más abundantes del género *Panicum* de la flora entrerriana.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material estudiado fue obtenido y tratado bajo las mismas normas y métodos que han sido descritos en el primer artículo de esta serie (Zucol, 1996). El material examinado se detalla en cada una de las descripciones. Las especies del género *Panicum* se han seleccionado por su mayor representatividad en la flora entrerriana, como así también intentando abarcar los distintos hábitats y con ello las distintas condiciones mesológicas que posee este género en la provincia de Entre Ríos. Las observaciones e ilustraciones fueron realizadas con un microscopio Olympus BH-2 con tubo de dibujo. Para la nomenclatura de las estructuras, se ha utilizado la clasificación propuesta por Twiss et al. (1969), versión corregida (Twiss, 1992). Las descripciones fueron realizadas mediante el

¹ Miembro de la Carrera del Investigador, CONICET

análisis de 10 ejemplares como mínimo por cada especie; mientras que los porcentajes relativos de cada clase morfológica se han obtenido mediante el recuento de 400 estructuras por especie.

Sobre la base de la clasificación de Twiss (1992), se trabajó con 49 elementos morfológicos agrupados como formas asociadas y aisladas, cuya numeración para el tratamiento numérico se detalla en el Apéndice 1.

La escala de frecuencias relativas utilizada para cada carácter, se ha obtenido siguiendo las mismas pautas descritas en el primer artículo de esta serie (Zucol, 1996), esta escala abarca la ausencia de microfítolitos de una determinada clase morfológica, la presencia en forma rara, escasa, frecuente y muy frecuente.

Los datos recabados para el tratamiento numérico son del tipo multiestado cuantitativo continuos (frecuencias relativas), con la salvedad del carácter número 9 que son datos multiestados cualitativos cuya codificación se incluye en el listado de caracteres (Apéndice 1).

Con la información obtenida de las descripciones se confeccionó una matriz básica de datos (MBD) compuesta por 8 unidades taxonómicas operacionales (OTUs) o asociaciones microfítolíticas foliares y 49 caracteres de cada unidad (Apéndice 2).

Previo a la realización de estos análisis se han eliminado los caracteres que se comportaron en forma invariable en las 8 OTUs (caracteres 10, 11, 13, 14, 18, 19 y 20).

La MBD fue estandarizada por caracteres, expresando sus valores en unidades de desviación estándar. Con esta MBD estandarizada se efectuaron dos técnicas de análisis numérico multivariante: el análisis de agrupamiento y el análisis de componentes principales.

En el análisis de agrupamiento se utilizó el método de los pares no ponderados usando la media aritmética (Sokal & Sneath, 1963); para lo cual se obtuvieron dos matrices: una mediante el coeficiente de distancia "Manhattan distance" y otra mediante el coeficiente de correlación momento-producto de Pearson (Sneath & Sokal, 1973). En ambos casos se obtuvieron sendos fenogramas que muestran la relación de similitud y correlación entre las OTUs. La distorsión de los fenogramas con respecto a la matriz original, se midió mediante el coeficiente de correlación cofenético (Sokal & Rohlf, 1962).

El análisis de los componentes principales fue utilizado como método de ordenación, para ello a

partir de la MBD estandarizada se calculó una matriz de correlación mediante el coeficiente momento-producto de Pearson entre cada par de caracteres (Clifford & Stephenson, 1975; Crisci & López Armengol, 1983). El análisis de componentes principales se efectuó sobre esta matriz de correlación entre caracteres, extrayéndose los tres primeros componentes.

Estas técnicas de análisis fueron implementadas en un ordenador personal, mediante el sistema de programas NTSYS-PC versión 1.70 (Rohlf, 1992).

DESCRIPCIONES

1. *Panicum bergii* Arechav.

Formas asociadas (Figs. 1 y 2)

Elementos subepidérmicos raros, de formas irregulares, nunca redondeados, asociados exclusivamente entre sí. *Elementos buliformes* escasos, tabulares o raramente en abanicos, asociados entre sí. *Células largas* muy frecuentes, de paredes anticlinales longitudinales onduladas o sinuosas, rara vez lisas, células largas asociadas entre sí o con células cortas principalmente de los tipos costales, estomas o agujones. *Células cortas* muy frecuentes, con forma de cruz gruesa o halteriformes de centro cóncavo o nodular y extremo convexo o recto, raras las rectangulares o trapezoidales. *Agujones* raros, de superficie basal elíptica y barba de longitud variable, asociados a células largas. *Aperturas estomáticas* en unidades aisladas escasos, asociados a células largas de paredes sinuosas, enteros.

Microfítolitos no identificados: se han encontrado de manera frecuente microfítolitos rectangulares y trapezoidales de extremos rectos o cóncavos, asociados por sus lados más cortos en hileras rectas a algo curvadas de 3-8 elementos (Fig. 2 B).

Formas aisladas (Figs. 2, 3, 4 y 5)

Clase Pooide: rectangulares escasos, de lados lisos y menos frecuentemente ondulados o irregulares; trapezoidales raros, pequeños.

Clase Panicoide en cruz gruesa frecuentes; halteriformes de centro cóncavo y extremo convexo escasos, de centro corto o largo y extremo convexo o recto muy frecuentes, de centro espinoso raros y complejos e irregulares raros.

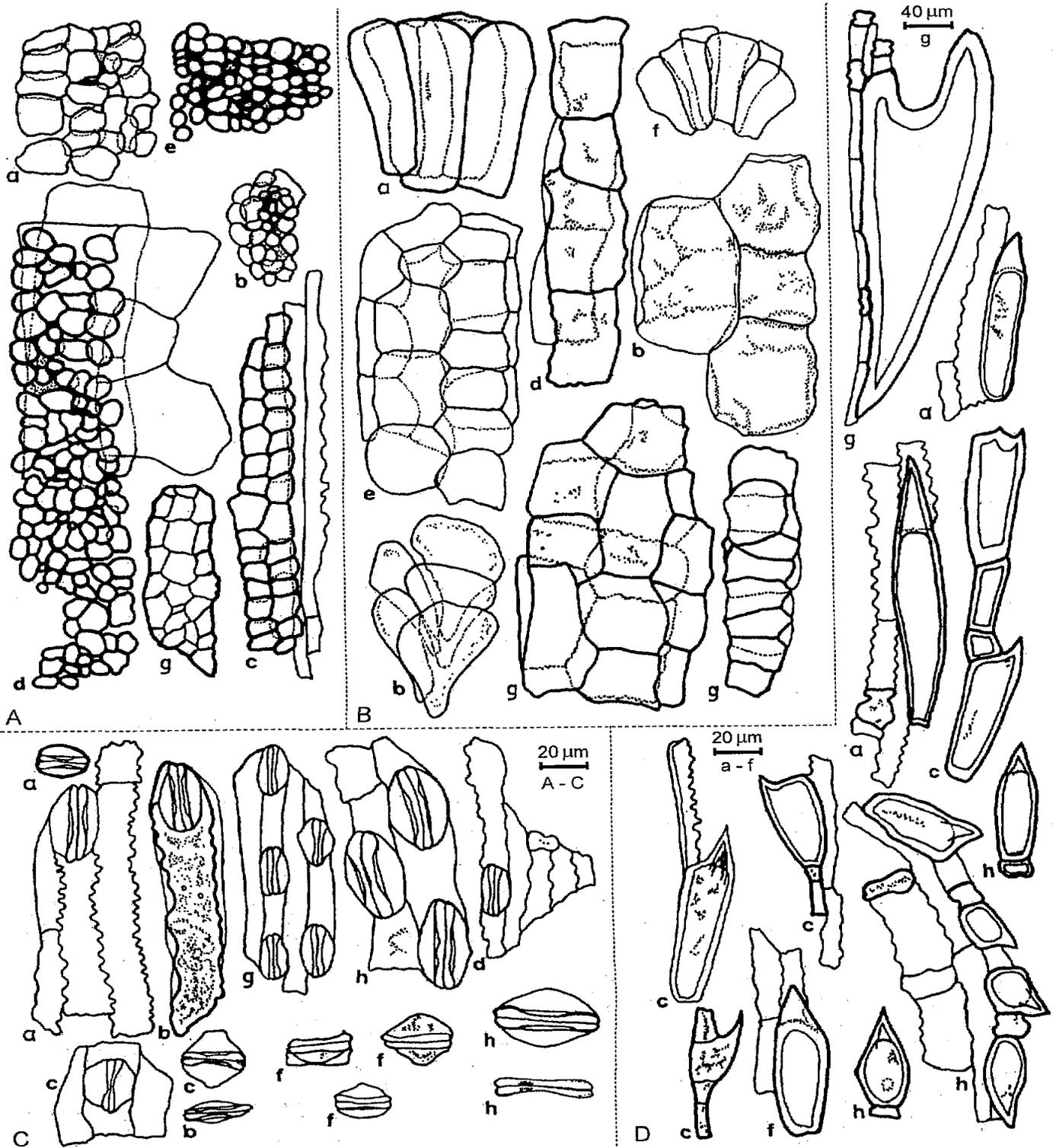


Fig. 1.- Formas asociadas. A: elementos subepidérmicos. B: elementos buliformes. C: aparatos estomáticos. D: agujones asociados. Abreviaturas: a, *Panicum bergii*; b, *Panicum decipiens*; c, *Panicum dichotomiflorum*; d, *Panicum gouinii*; e, *Panicum hians*; f, *Panicum laxum*; g, *Panicum prionitis*; h, *Panicum sabulorum*.

Clase Elongados: lisos raros, delgados; sinuosos muy frecuentes, de largo y ancho variable; espinosos frecuentes; con extremo cóncavo muy frecuentes, de paredes onduladas o sinuosas.

Clase en Abanicos y Poliédricos: en abanicos lisos frecuentes, de tamaño variable; en abanicos con piso escasos; poliédricos lisos muy frecuentes.

Clase Aguzados: porciones medias de pelos frecuentes; ápices de forma aguzada escasos, principalmente provenientes de pelos y agujones; pelos enteros escasos; agujones frecuentes, de tamaño mediano a grandes cuando pertenecen a los tipos marginales; ganchos raros; formas triangulares escasas.

Microfitolitos no identificados: espacios intercelulares raros. Se han observado formas irregulares de identificación incierta.

Definición de la asociación microfitolítica de la especie

Asociación definida por la elevada frecuencia de microfitolitos asociados incluyendo las células largas y cortas o microfitolitos aislados como: los halteriformes de centro corto o largo y extremo convexo o recto, elongados sinuosos y con extremo cóncavo y poliédricos lisos. En menor frecuencia se encuentran estomas dentro de las formas asociadas y microfitolitos en cruz gruesa, elongados espinosos, en abanicos lisos, porciones medias de pelos y agujones enteros aislados.

Se encuentran ausentes en esta asociación los agujones, ganchos y pelos asociados y microfitolitos aislados en luna creciente, circulares, redondeados, elípticos, crenados y oblongos, de doble contorno; también faltan las formas Chlorioides, en cruz delgada, halteriformes de centro nodular, complejos y regulares y crenados, así como formas elongado - espinosas con piso, en abanicos y poliédricos crenados y poliédricos con piso.

Observaciones: las células largas de paredes lisas aparecen asociadas entre sí, en número de 2-4, poseen un ancho menor que el observado en las demás células largas. Dentro de la Clase Elongados es frecuente la aparición de microfitolitos con un lado liso o levemente ondulado y el otro espinoso o sinuoso.

Material examinado

ARGENTINA. **Buenos Aires**: Pdo. La Plata: Alrededores de la ciudad de La Plata, 5/02/92, *Zucol 95* (SI); Ruta 11 a 4 km del límite con el Part. de Magdalena, 05/12/91, *Zucol 101* (SI). **Entre Ríos**: Dpto. Colón: Alrededores de la ciudad de Colón, 10/01/92, *Zucol 565* (SI). Dpto. Diamante: 10/01/93, *Zucol 466* (SI); Ruta 131, entre la ciudad de Diamante y Belgrano, 10/01/93, *Zucol 467* (SI); Ruta 131 al Este del cruce con la ruta 11, 10/01/93, *Zucol 468* (SI); 10/01/93, *Zucol 566* (SI). Dpto. Gualeguaychú: Norte del Balneario Ñandubaysal, 10/01/92, *Zucol 66* (SI). Dpto. Nogoyá: Alrededores de la ciudad de Laurencena, 11/01/93, *Zucol 564* (SI). Dpto. Victoria: Laguna del pescado, 9/01/93, *Zucol 457* (SI).

URUGUAY. **Paysandú**: 130 km de Tacuarembó, 6/11/81, *Cabrera & Zuloaga 32328* (SI).

Planta perenne, cespitosa, herbácea, de 40-65 cm de altura. En Entre Ríos se la encuentra en los campos altos de toda la provincia. Floración estival.

2. *Panicum decipiens* Nees ex Trin.

Formas asociadas (Figs. 1 y 2)

Elementos subepidérmicos escasos, redondeados de paredes gruesas, asociados entre sí o con células largas de paredes onduladas. *Elementos buliformes* muy frecuentes, en abanicos o poliédricos, asociados preferentemente entre sí o más raramente con células largas, cortas y hasta aparatos estomáticos. *Células largas* muy frecuentes, de paredes levemente onduladas o mayoritariamente de paredes marcadamente onduladas, sinuosas o espinoso crenadas, asociadas entre sí, con células cortas principalmente costales, con aparatos estomáticos y en menor frecuencia con elementos buliformes poliédricos. *Células cortas* muy frecuentes, principalmente costales, elementos halteriformes de centro cóncavo, corto y menos frecuentemente largo y extremo convexo o recto, de centro nodular, espinoso o complejas e irregulares escasas; asociadas entre sí en grupos de 2-4 células o en largas hileras asociadas a células largas. *Aguijones* raros, de paredes gruesas, en general marginales, asociados a células cortas. *Aparatos estomáticos* muy frecuentes, en elementos enteros, aislados o asociados a células largas.

Microfitolitos no identificados: elementos rectangulares o trapezoidales, con o sin constricción media, asociados entre sí en número variable, cuan-

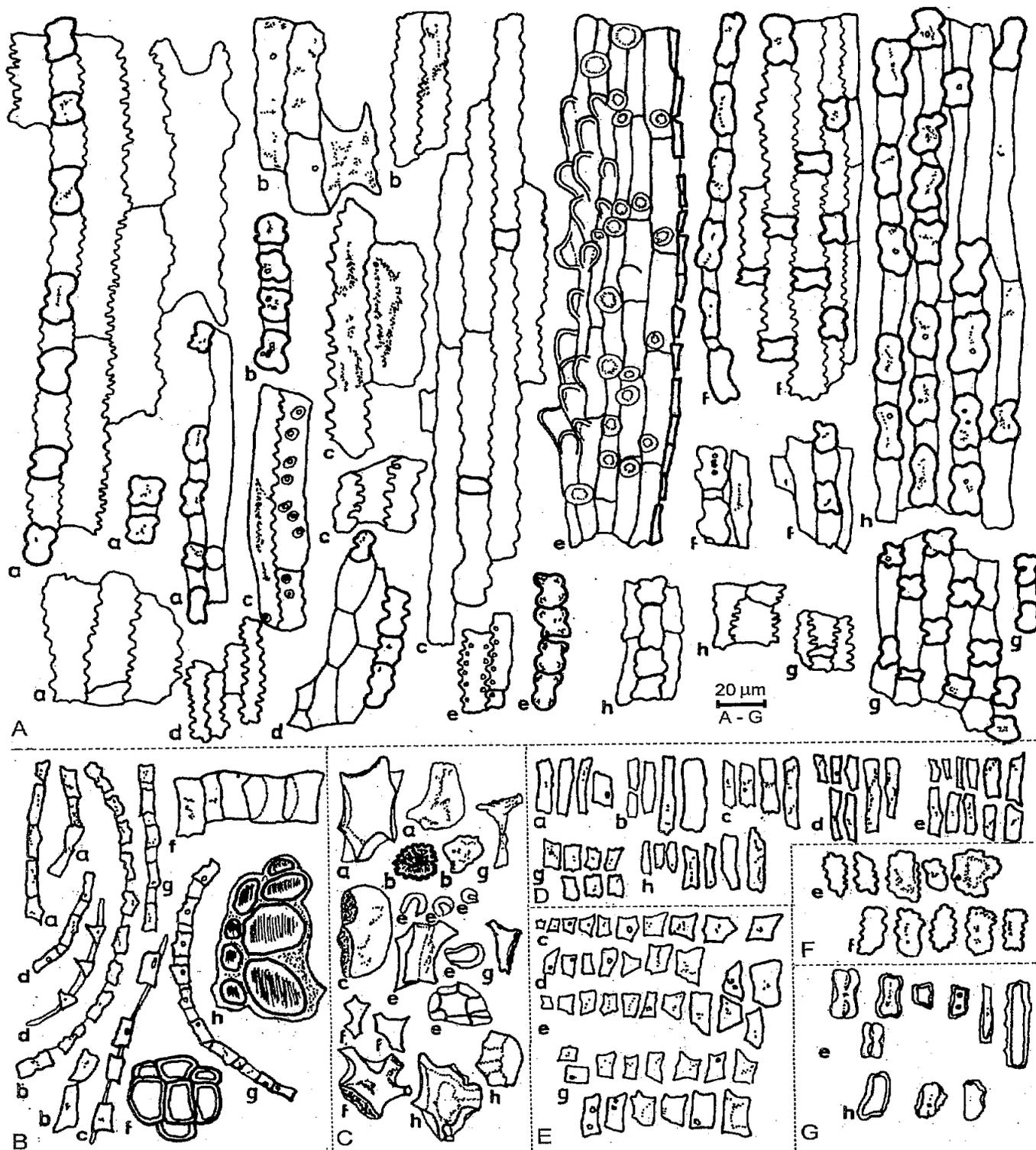


Fig. 2.- A-B: formas asociadas. A: células largas y cortas asociadas. B: microfítolitos no identificados. C-G: formas aisladas. C: microfítolitos no identificados. D: microfítolitos rectangulares. E: microfítolitos trapezoidales. F: microfítolitos crenados y oblongos. G: microfítolitos de doble contorno. Abreviaturas: a, *Panicum bergii*; b, *Panicum decipiens*; c, *Panicum dichotomiflorum*; d, *Panicum gouinii*; e, *Panicum hians*; f, *Panicum laxum*; g, *Panicum prionitis*; h, *Panicum sabulorum*.

do este número es elevado las hileras describen semicircunferencias (Fig. 2 B).

Formas aisladas (Figs. 2, 3, 4 y 5)

Clase Pooide: rectangulares escasos, cortos y anchos o delgados y largos; trapezoidales raros.

Clase Panicoide: en cruz gruesa frecuentes; en cruz delgada raros; halteriformes de centro cóncavo, corto o largo y extremo convexo o recto muy frecuentes; de centro nodular muy frecuentes; complejos y regulares raros.

Clase Elongados: lisos escasos, relativamente cortos; sinuosos frecuentes, cortos y delgados; espinosos muy frecuentes, de longitud y ancho variables; espinosos con piso escasos; con final cóncavo frecuentes, de paredes onduladas y longitud variable.

Clase en Abanicos y Poliédricos: en abanicos lisos muy frecuentes, de tamaño variable; en abanicos crenados raros; en abanicos con piso frecuentes; poliédricos lisos muy frecuentes de tamaño muy variable; crenados escasos, pequeños; con piso frecuentes.

Clase Aguzados: agujones raros, pequeños, del tipo marginal; ápices de formas aguzadas raros, principalmente provenientes de agujones; formas triangulares escasas.

Microfitolitos no identificados: espacios intercelulares escasos. Formas irregulares a algo redondeadas de difícil identificación.

Definición de la asociación microfitolítica de la especie

Asociación definida por la frecuencia elevada de formas asociadas tales como los elementos buliformes, células largas, cortas y aparatos estomáticos y aisladas como los microfitolitos halteriformes de centro cóncavo, corto o largo y final convexo o recto, los de centro nodular, los elongados espinosos, en abanicos y poliédricos lisos. En menor frecuencia se presentan microfitolitos en cruz gruesa, elongados sinuosos y con final cóncavo, en abanicos y poliédricos con piso.

En esta asociación están ausentes los microfitolitos de ganchos y pelos asociados, en luna

creciente, circulares, redondeados, elípticos, crenadas y oblongos, de doble contorno, las formas Chloridoides, halteriformes complejas e irregulares y crenados, las porciones medias de pelos, los pelos enteros y los ganchos.

Observaciones: dentro de la Clase Panicoide y en especial en los microfitolitos halteriformes se han encontrado elementos de distintos tamaños y morfologías, los diferentes tamaños pueden deberse a que provienen de distintas zonas costales, mientras que las distintas morfologías son consecuencia del arreglo de las células cortas costales en las hileras, vale decir, células de extremos convexos a rectos que alternan con las de extremos cóncavos a rectos.

Material examinado

ARGENTINA. Buenos Aires: Pdo. Tigre: 22/11/25, Burkart 285 (SI). Corrientes: Dpto. Ituzaingó: Ruta provincial 38, km 15, 25/11/87, Zuloaga, et al. 3214 (SI). Entre Ríos: Dpto. Gualeguaychú: Balneario Ñandubaysal, 25/09/77, Troncoso, et al. 2127 (SI); Balneario Ñandubaysal, 11/88, Zuloaga 565 (SI). Dpto. Islas del Ibicuy: Delta del Paraná, 11/31, Burkart 3924 (SI); Delta del Paraná, Arroyo Martínez, 10/44, Burkart 15040 (SI). Dpto. Uruguay: Al Norte de la ciudad de Concepción del Uruguay, 11/78, Troncoso et al. 2396 (SI). Misiones: Dpto. Apóstoles: San José, 16/10/78, Renvoize 3151 (SI).

URUGUAY. Tacuarembó: A 32 km del Dpto. Rivera, 8/02/81, Cabrera & Zuloaga 32427 (SI).

Especie perenne, rizomatosa, herbácea, de 15-50 cm de altura, que en Entre Ríos es posible hallarla en las praderas bajas y anegadizas y en suelos húmedos de bordes de pantanos y lagunas.

3. Panicum dichotomiflorum Michx.

Formas asociadas (Figs. 1 y 2)

Elementos subepidérmicos raros, de formas irregulares, asociados a células largas. *Elementos buliformes* escasos, poliédricos grandes, asociados entre sí exclusivamente. *Células largas* muy frecuentes, de paredes anticlinales longitudinales lisas, onduladas o sinuosas, de superficie lisa o papilosa, asociadas entre sí o con células cortas, ganchos, agujones, estomas y elementos subepidérmicos. *Células cortas* muy frecuentes, halteriformes de centro cóncavo o corto y final convexo o recto, menos frecuentemente en cruz gruesa



Fig. 3.- Formas aisladas. A: microfítolitos en cruz gruesa. B: microfítolitos halteriformes de centro corto y final recto. C: microfítolitos halteriformes complejos y regulares. D: microfítolitos en cruz delgada. E: microfítolitos halteriformes de centro nodular. F: microfítolitos halteriformes de centro cóncavo o corto y final convexo. G: microfítolitos halteriformes complejos e irregulares. H: microfítolitos halteriformes de centro largo y final convexo. I: microfítolitos halteriformes crenados. J: microfítolitos en abanicos. K: microfítolitos poliédricos. Abreviaturas: a, *Panicum bergii*; b, *Panicum decipiens*; c, *Panicum dichotomiflorum*; d, *Panicum gouinii*; e, *Panicum hians*; f, *Panicum laxum*; g, *Panicum prionitis*; h, *Panicum sabulorum*.

y halteriformes de centro nodular o espinoso. *Aguijones* muy frecuentes, grandes los de tipo marginal a medianos los de tipo costal, asociados a células largas de paredes lisas u onduladas, células cortas halteriformes, en cruz o también trapezoidales (en los de tipo marginal). *Ganchos* raros, asociados a células largas papilosas similares a las que se presentan en las epidermis foliares adaxiales. *Aparatos estomáticos* enteros, raros en unidades aisladas, frecuentemente hallados asociados a células largas de paredes lisas u onduladas, de superficie lisa o papilosa.

Microfitolitos no identificados: microfitolitos rectangulares o trapezoidales asociados entre sí por restos de tejido o por contacto directo de sus extremos describiendo hileras rectas o algo curvas (Fig. 2 B).

Formas aisladas (Figs. 2, 3, 4 y 5)

Clase Pooide: rectangulares escasos, de extremos rectos o cóncavos; trapezoidales muy frecuentes, de tamaño y formas variadas.

Clase Panicoide: en cruz gruesa muy frecuentes; halteriformes de centro cóncavo y extremo convexo escasos, de centro corto o largo y extremo convexo o recto muy frecuentes; de centro nodular, complejos regulares e irregulares muy frecuentes; de centro espinoso raros; crenados escasos.

Clase Elongados: lisos escasos; sinuosos y espinosos muy frecuentes, de largo y ancho variable y superficie lisa o papilosa; con final cóncavo frecuentes.

Clase en Abanicos y Poliédricos: en abanicos lisos muy frecuentes, delgados y largos; en abanicos con piso raros, cortos y anchos; poliédricos lisos raros; crenados a levemente ondulados muy frecuentes, de tamaño variable; con piso escasos, algo más cúbicos que los anteriores. *Clase Aguzados* ápices de formas aguzadas escasos, principalmente provenientes de aguijones y en menor frecuencia de pelos; aguijones muy frecuentes, de los tipos marginales y costales, de tamaño variable; ganchos raros; formas triangulares frecuentes.

Microfitolitos no identificados: formas irregulares de difícil identificación que se presentan en baja frecuencia.

Definición de la asociación microfitolítica de la especie

La asociación se define por la elevada frecuencia de células largas, cortas y aguijones entre las formas asociadas, microfitolitos aislados como los trapezoidales, en cruz gruesa, halteriformes de centro corto o largo y final convexo o recto, de centro nodular, halteriformes complejos regulares e irregulares, elongados sinuosos y espinosos, en abanicos lisos, poliédricos crenados y aguijones aislados. En menor frecuencia se encuentran los elongados con final cóncavo y las formas triangulares. La asociación carece de pelos tanto en sus formas asociadas como aisladas y porciones medias, y microfitolitos en luna creciente, circulares, redondeados, elípticos, crenados y oblongos, de doble contorno, las formas Chloridoides, en cruz delgada, elongados con piso, en abanicos crenados y de espacios intercelulares.

Observaciones: dentro de las células largas se ha observado que cuando poseen superficies papilosas se asocian exclusivamente entre sí y en menor frecuencia con ganchos y aguijones.

Se han observado elementos irregulares cuyas formas son intermedias entre los microfitolitos rectangulares y trapezoidales de la Clase Pooide y los halteriformes complejos e irregulares de la Clase Panicoide, como así también elementos rectangulares con una constricción en la zona media del cuerpo. Los elementos de la Clase Elongados se presentan en forma variada, ya que se han observado los que poseen una de sus paredes lisa y la otra ondulada o espinosa y hasta marcadamente sinuosa, pudiéndose observar también elementos elongados delgados con una superficie marcadamente papilosa frente a la superficie opuesta que es lisa.

Material examinado

ARGENTINA. **Buenos Aires**: Pdo. San Fernando: Delta del Paraná, Recreo 31, 01/31, *Burkart* 3793 (SI); Delta del Paraná, 27/03/27, *Burkart* 1210 (SI); Paraná de las Palmas, sección IV, 04/38, *Mollura* 30 (SI). **Corrientes**: Dpto. Bella Vista: 23/08/74, *Schinini & Miranda* 9578 (SI). Dpto. Capital: 04/02/77, *Ahumada* 610 (SI). Dpto. San Miguel: Ruta 5, km 19, 14/03/78, *Ahumada* 1790 (SI). **Entre Ríos**: Dpto. Federación: Salto Grande, márgenes arenosos del Río Uruguay, 04/60, *Burkart & Gamero* 21593 (SI). **Misiones**: Dpto. El Dorado: 10/77, *Cabrera* 28853 (SI).

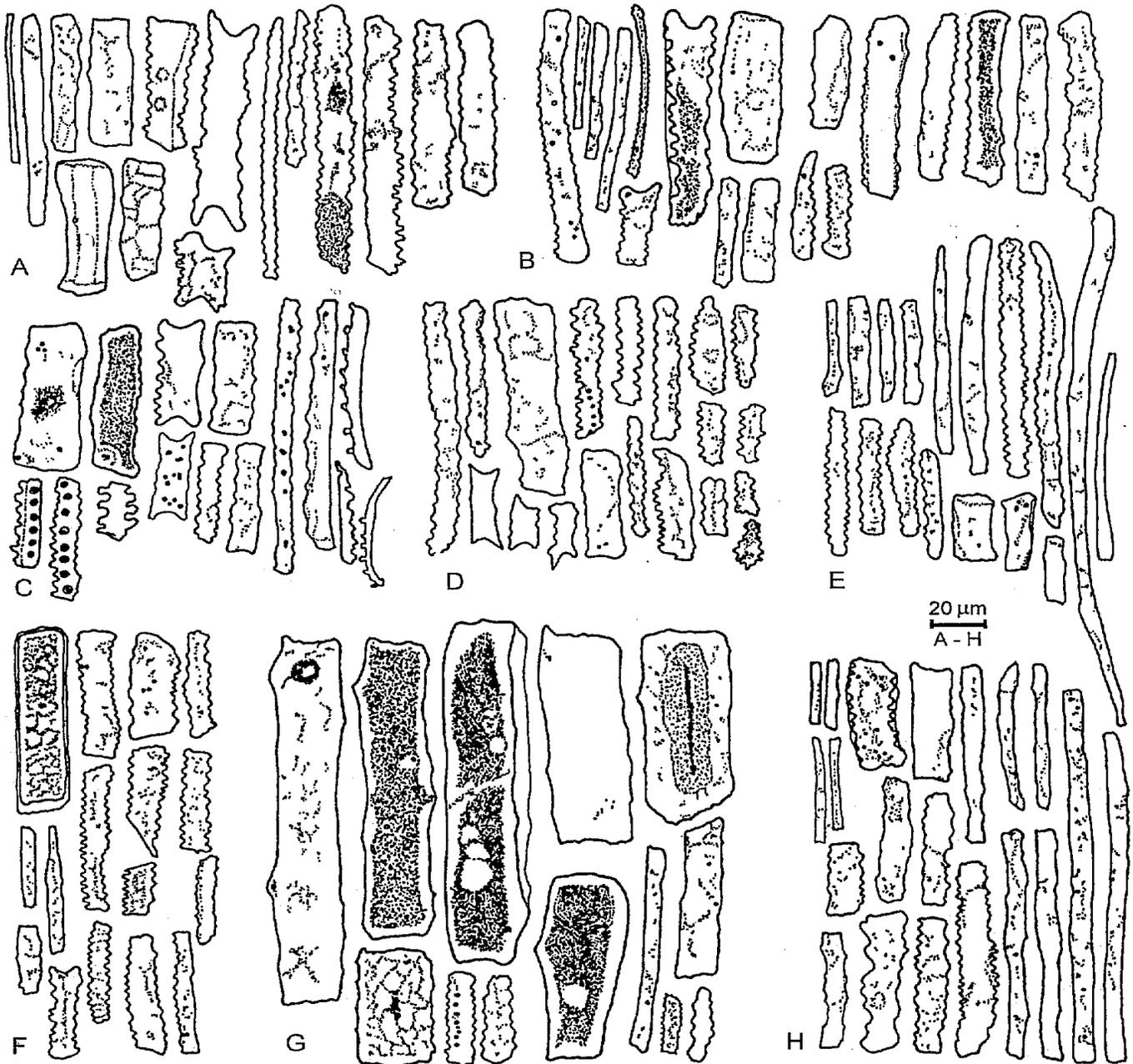


Fig. 4.- Formas aisladas, microfitolitos elongados. A: *Panicum bergii*. B: *Panicum decipiens*. C: *Panicum dichotomiflorum*. D: *Panicum gouinii*. E: *Panicum hians*. F: *Panicum laxum*. G: *Panicum prionitis*. H: *Panicum sabulorum*.

URUGUAY. **Paysandú:** Paysandú, /04/24, *Felippone 4908* (SI). Dpto. Salto: Salto, 02/02/27, *Burkart 1137* (SI).

Especie anual, macolladora, herbácea, de 75-90

cm de altura, en la provincia de Entre Ríos se la ha observado en campos húmedos como así también en las cercanías de ríos y arroyos. Floración primavera estival.

4. *Panicum gouinii* E. Fourn.

Formas asociadas (Figs. 1 y 2)

Elementos subepidérmicos frecuentes, de formas redondeadas o irregulares, asociados entre sí, con elementos buliformes, células largas y cortas. *Elementos buliformes* muy frecuentes, poliédricos tabulares, raros los de forma de abanico, asociados preferentemente entre sí y en menor frecuencia con células largas adaxiales y elementos subepidérmicos. *Células largas* muy frecuentes, de paredes lisas, onduladas o sinuosas, de los tipos: 1. rectangulares o abaxiales, con paredes lisas, onduladas o sinuosas y superficie lisa o papilosa; 2. de sección media abultada o adaxiales con paredes y superficies lisas; células largas asociadas entre sí, con células cortas, aguijones, estomas, elementos subepidérmicos y buliformes. *Células cortas* frecuentes, halteriformes y menos frecuentemente rectangulares a algo trapezoidales; asociadas entre sí en hileras y con células largas y aguijones. *Aguijones* escasos, de paredes gruesas los del tipo marginal o de paredes más tenues los del tipo costal, asociados a células largas y cortas. *Aparatos estomáticos* enteros o fragmentados, unidades asociadas a células largas de paredes onduladas.

Microfitolitos no identificados: elementos triangulares asociados en hileras por fragmentos de tejido; elementos rectangulares de extremos preferentemente cóncavos asociados en hileras rectas a algo curvas (Fig. 2 B).

Formas aisladas (Figs. 2, 3, 4 y 5)

Clase Pooide: rectangulares frecuentes, de largo y ancho variable; trapezoidales escasos.

Clase Panicoide: en cruz gruesa raros; halteriformes de centro cóncavo y final convexo escasos, de tamaño reducido; de centro corto o largo y final cóncavo, convexo o recto frecuente; de centro nodular, complejos regulares e irregulares escasos.

Clase Elongados: lisos escasos; sinuosos muy frecuentes, de tamaño mediano a pequeño y forma variada; espinosos escasos, grandes; de final cóncavo frecuentes.

Clase en Abanicos y Poliédricos: en Abanicos lisos escasos; en abanicos con piso frecuentes, de

forma variada, siendo frecuente la aparición de abanicos tabulares por sobre los abanicos de forma típica; poliédricos lisos escasos, pequeños; crenados a levemente ondulados muy frecuentes, de tamaño variable; con piso raros.

Clase Aguzados: ápices de formas aguzadas raros; Aguijones raros; formas triangulares muy frecuentes, de forma y tamaño variables.

Microfitolitos no identificados: se han hallado formas bastante voluminosas de lados redondeados por una parte y cóncavos por otra, como así también formas redondeadas con pequeñas concavidades en su superficie que no han podido ser identificadas. Dentro de esta categoría se han incluido también porciones de elementos de conducción de paredes tenues y fragmentadas.

Definición de la asociación microfitolítica de la especie

Asociación definida por la elevada frecuencia de formas asociadas como los elementos buliformes y las células largas y microfitolitos aislados como los elongados sinuosos, los poliédricos crenados y las formas triangulares. En menor frecuencia definen también esta asociación los elementos subepidérmicos, las células cortas y aparatos estomáticos dentro de las formas asociadas, y los microfitolitos rectangulares, halteriformes de centro corto o largo y final convexo o recto, elongados con final cóncavo y en abanicos con piso.

Se encuentran ausentes los ganchos, pelos y porciones medias de pelos, tanto en forma aislada como asociada, y los microfitolitos en luna creciente, circulares, redondeados, elípticos, crenados y oblongos, de doble contorno, las formas Chloridoides, en cruz delgada, halteriformes de centro espinoso y crenados, elongados espinosos con piso, en abanicos crenados y los espacios intercelulares.

Observaciones: dentro de los microfitolitos Poliédricos se ha observado una amplia gama de tamaños, lo cual impide en algunos casos confirmar el origen de los mismos.

Material examinado

ARGENTINA. Buenos Aires: Pdo. La Plata: Punta Lara, Boca Cerrada, 05/01/92, Zucol 90 (SI); 05/01/92,

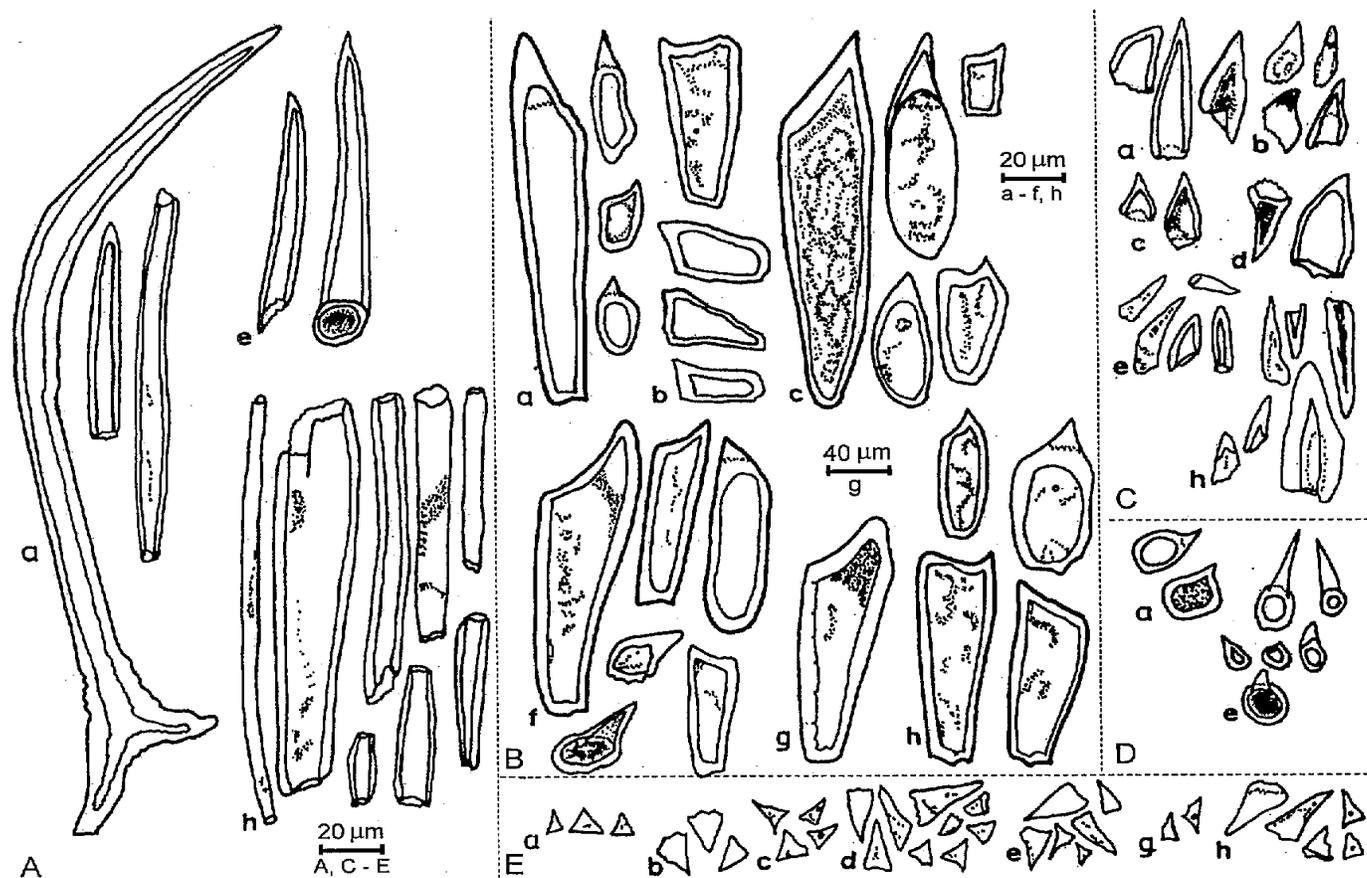


Fig. 5.- Formas aisladas. A: porciones medias y pelos enteros. B: agujones aislados. C: ápices de formas aguzadas. D: ganchos aislados. E: formas triangulares. Abreviaturas: a, *Panicum bergii*; b, *Panicum decipiens*; c, *Panicum dichotomiflorum*; d, *Panicum gouinii*; e, *Panicum hians*; f, *Panicum laxum*; g, *Panicum prionitis*; h, *Panicum sabulorum*.

Zucol 91 (SI). Entre Ríos: Dpto. Colón: Cercanías de la ciudad de Colón, 13/01/93, Zucol 568 (SI); Ruta Colón - San José, 13/01/93, Zucol 573 (SI). Dpto. Gualeguay: Ruta 11 en las inmediaciones del arroyo Clé, 09/01/93, Zucol 569 (SI). Dpto. Gualeguaychú: Al Norte del Balneario Ñandubaysal, 11/01/92, Zucol 76 (SI). Dpto. Paraná: Ruta 18 a la altura de Ramblón, 11/01/93, Zucol 571 (SI). Dpto. Rosario del Tala: Balneario Municipal D. Paniza, 12/01/93, Zucol 576 (SI). Dpto. Victoria: Ruta 11 a la altura de la Laguna del Pescado, 09/01/93, Zucol 570 (SI); Ruta 26 a Nogoyá, 09/01/93, Zucol 577 (SI).

URUGUAY. Montevideo: Carrasco, 04/26, Herter 432 (80513) (SI).

Especie perenne, rizomatosa, herbácea, de 20-50 cm de altura, en Entre Ríos se la encuentra en praderas húmedas.

5. *Panicum hians* Elliott

Formas asociadas (Figs. 1 y 2)

Elementos subepidérmicos escasos, elementos redondeados de paredes gruesas asociados entre sí únicamente o con elementos epidérmicos tales como células cortas, largas y elementos buliformes. *Elementos buliformes* muy frecuentes, cuadrados, poliédricos, rectangulares o en abanicos, asociados entre sí exclusivamente. *Células largas* muy frecuentes, de paredes anticlinales longitudinales lisas, onduladas o sinuosas, de longitud y ancho variable; asociadas entre sí exclusivamente o con células cortas de los tipos costales y más raramente con bases de pelos bicelulares. *Células cortas* muy frecuentes, rectangulares, trapezoidales y halteri-

formas de final convexo o más raramente recto, raras las de centro nodular o espinoso; asociadas en largas hileras o en grupos de escaso número de células, exclusivamente entre sí o a células largas con paredes anticlinales longitudinales preferentemente onduladas o sinuosas. *Pelos* multicelulares con escasas células basales enteras o fragmentadas de pelos bicelulares, asociadas a células largas de paredes onduladas o sinuosas.

Microfitolitos no identificados: se han encontrado elementos rectangulares de extremos cóncavos asociados entre sí en hileras y con células largas de paredes lisas o levemente ondulada.

Formas aisladas (Figs. 2, 3, 4 y 5)

Clase Pooide crenados y oblongos y de doble contorno raros; rectangulares frecuentes; trapezoidales escasos.

Clase Panicoide: en cruz gruesa escasos; halteriformes de centro cóncavo, corto o largo y final convexo o recto muy frecuentes.

Clase Elongados: lisos frecuentes, de ancho y longitud variable; sinuosos muy frecuentes; espinosos escasos; espinosos con piso raros.

Clase en Abanicos o Poliédricos: en abanicos lisos muy frecuentes; en abanicos con piso frecuentes; poliédricos lisos frecuentes; crenados raros; con piso frecuentes.

Clase Aguzados: ganchos escasos, de base redondeada o más raramente algo elíptica y barba larga o mediana; aguijones escasos, preferentemente del tipo marginal; ápices de formas aguzadas frecuentes; pelos tanto elementos enteros como porciones medias raros; formas triangulares frecuentes.

Microfitolitos no identificados: espacios intercelulares frecuentes, de formas variadas. Es muy frecuente la aparición de papilas seccionadas en su base o fragmentos de estas de morfología similar a las papilas observadas en las células largas de la epidermis adaxiales.

Definición de la asociación microfitolítica de la especie

Asociación con elevada frecuencia de elementos

buliformes, células largas y cortas asociadas, microfitolitos halteriformes de centro cóncavo, corto o largo y final convexo o recto, elongados sinuosos y en abanicos lisos. Con una frecuencia algo menor definen también esta asociación los microfitolitos rectangulares, elongados lisos, en abanicos con piso, poliédricos lisos y con piso, ápices de formas aguzadas, formas triangulares y espacios intercelulares.

Están ausentes los aguijones y ganchos asociados, los aparatos estomáticos dentro de las formas asociadas, microfitolitos en luna creciente, circulares, redondeados, elípticos, las formas Chloridoides, en cruz delgada, halteriformes de centro nodular y espinoso, halteriformes complejos regulares e irregulares y crenados, elongados con final cóncavo y en abanicos crenados.

Observaciones: los elementos subepidérmicos cuando aparecen asociados a células epidérmicas lo hacen con células características de la epidermis abaxial de esta especie. Dentro de las células largas se evidencian dos tipos principales: 1. las de paredes lisas o levemente onduladas, relativamente cortas y, por lo general, con una papila en su superficie, que se corresponden con las células largas intercostales de la epidermis adaxial; 2. las de paredes onduladas o sinuosas y las de paredes lisas y relativamente largas, que se corresponden a células largas intercostales abaxiales y a células costales abaxiales respectivamente.

Dentro de la Clase Panicoide se observan formas similares a los microfitolitos halteriformes pero que se diferencian de sus categorías en que poseen contornos irregulares. Se han incluido dentro de los microfitolitos en Abanicos lisos formas clásicas como así también los que poseen uno de sus lados en abanico y el opuesto recto.

Material examinado

ARGENTINA. *Entre Ríos*: Dpto. Colón: campos de los alrededores del Molino Forclaz, 16/01/92, *Zucol 103* (SI). Dpto. Concordia: Ayuí, 31/01/82, *Troncoso & Bacigalupo 3412* (SI); Benito Legeren, 27/11/88, *Bacigalupo 965* (SI); Parque Mitre, 18/03/89, *Zuloaga & Morrone 3850* (SI); Colonia Yerúa, 30/10/59, *Galli 242* (SI); Concordia, 03/11/59, *Parodi 3943* (SI); Las Palmeras, Concordia, 21/01/92, *Zucol 96* (SI); 21/01/92, *Zucol 97* (SI). Dpto. Federación: Río Mocoretá, franja monte tipo chaqueño, 15/04/60, *Burkart & Gamberro 21597* (SI). Dpto. Gualeguaychú: Ruta Nac. 14, km 4, al Norte del Río

Gualeguaychú, 17/03/89, Zuloaga & Morrone 3843 (SI). Dpto. La Paz: Ruta 1, desde La Paz a San Gustavo, 10/77, Cabrera 28368 (SI). Dpto. Uruguay: Concepción del Uruguay, Campichuelo, orilla del Río Uruguay (sotobosque), 10/04/63, Burkart 24090b (SI).

Especie perenne, cespitosa, rizomatosa o brevemente estolonífera, herbácea, de 15-50 cm de altura, en Entre Ríos se la encuentra en toda la provincia en lugares abiertos y húmedos y en las proximidades de cursos de agua. Floración estival.

6. *Panicum laxum* Sw.

Formas asociadas (Figs. 1 y 2)

Elementos subepidérmicos muy frecuentes, redondeados asociados entre sí o con elementos rectangulares o poliédricos de lados ondulados. *Elementos buliformes* muy frecuentes, en abanicos, rectangulares, redondeados o irregulares, asociados entre sí o con elementos subepidérmicos. *Células largas* frecuentes, de paredes anticlinales longitudinales onduladas, asociadas entre sí exclusivamente o con células cortas costales o intercostales. *Células cortas* frecuentes, asociadas entre sí en largas hileras o en grupos de células, o con células largas. *Aguijones* frecuentes, robustos, mayoritariamente del tipo marginal, asociados principalmente entre sí y menos frecuentemente con células largas. *Aparatos estomáticos* escasos, con elementos enteros o menos frecuentemente asociados a células largas y/o cortas.

Microfitolitos no identificados: se han hallado microfitolitos trapezoidales y rectangulares asociados por sus caras más largas (Fig. 2 B).

Formas asociadas (Figs. 2, 3, 4 y 5)

Clase Pooide: rectangulares y crenados y oblongos raros.

Clase Panicoide: en cruz gruesa escasos; halteriformes de centro cóncavo o corto y final convexo o recto frecuentes; de centro largo y final convexo escasos; de centro nodular escasos; de centro espinoso raros.

Clase Elongados: lisos escasos, largos y anchos o cortos y delgados; sinuosos frecuentes, de los tipos de células largas de paredes onduladas o sinuosas; espinosos frecuentes, con espinas hacia

ambos o uno de sus lados; espinosos con piso y de final cóncavo raros.

Clase en Abanicos y Poliédricos: en abanicos lisos frecuentes; en abanicos con piso frecuentes; poliédricos lisos muy frecuentes; con piso escasos.

Clase Aguzados: ganchos raros; aguijones muy frecuentes, robustos los marginales o de paredes más delgadas los costales.

Microfitolitos no identificados: espacios intercelulares frecuentes. Elementos con proyecciones aguzadas que no pueden ser claramente atribuidos a espacios intercelulares.

Definición de la asociación microfitolítica de la especie

Esta asociación posee una elevada frecuencia de elementos subepidérmicos y buliformes en lo que respecta a las formas asociadas y microfitolitos poliédricos lisos y aguijones aislados. En menor frecuencia, se presentan las células largas, cortas y aguijones asociados y los microfitolitos halteriformes de centro cóncavo o corto y final convexo o recto, elongados sinuosos y espinosos, en abanicos lisos y con piso y los espacios intercelulares.

La asociación carece de ganchos y pelos asociados, como así también los microfitolitos en luna creciente, circulares, redondeados, elípticos, de doble contorno, trapezoidales, las formas Chloridoide, en cruz delgada, halteriformes complejos regulares e irregulares y crenados, en abanicos y poliédricos crenados, porciones medias de pelos y pelos enteros, ápices de formas aguzadas y formas triangulares.

Observaciones: en forma escasa se presentan elementos redondeados a elípticos, de paredes gruesas, asociados entre sí de igual modo que las células epidérmicas acompañantes de las bases de los pelos unicelulares. Dentro de los microfitolitos Poliédricos se han encontrado en forma rara, elementos de silicificación parcial en donde se presenta una silicificación periférica de la célula de caja y una ausencia de este material en la porción central de la misma.

Material examinado

ARGENTINA. Entre Ríos: Dpto. Colón: San José, 15/01/92, Zucol 104 (SI); Liebig, 13/01/93, Zucol 688

(SI). *Dpto. Nogoyá*: Ruta 122 cercanías de la ciudad de Hernández, 11/01/93, *Zucol 685* (SI); Ruta 12 cercanías de la ciudad de Nogoyá, 11/01/93, *Zucol 687* (SI); Ruta 12 a la altura de 12 de septiembre, 11/01/93, *Zucol 689* (SI). *Dpto. Rosario del Tala*, 11/01/93, *Zucol 684* (SI) Balneario Municipal D. Paniza, 11/01/93, *Zucol 686* (SI). *Dpto. Uruguay*: Concepción del Uruguay, 14/04/85, *Zuloaga 2337* (SI); 22/11/87, *Zuloaga 3089* (SI); Balneario Banco Pelay, 13/01/92, *Zucol 100* (SI). **Misiones**: *Dpto. Candelaria*: Santa Ana, camino al Balneario Municipal, 24/11/87, *Zuloaga et al. 3170* (SI).

Especie perenne, herbácea, de 30-90 cm de altura, en Entre Ríos es frecuente en lugares húmedos, sombreados, como así también en bajos cercanos a cursos de agua. Floración primavera-estival.

7. *Panicum prionitis* Nees

Formas asociadas (Figs. 1 y 2)

Elementos subepidérmicos escasos, de forma irregular, asociados entre sí exclusivamente. *Elementos buliformes* muy frecuentes, poliédricos a tabulares, asociados entre sí o con células largas adaxiales. *Células largas* muy frecuentes, de paredes anticlinales longitudinales lisas, onduladas o sinuosas, asociadas entre sí o con células cortas, estomas, aguijones o elementos buliformes. *Células cortas* muy frecuentes, en cruz gruesa, halteriformes de centro cóncavo, corto o largo y extremos convexos o rectos, y en menor frecuencia rectangulares y trapezoidales; células cortas asociadas a células largas y a aguijones. *Aguijones* escasos, de gran tamaño, preferentemente marginales, asociados entre sí o con células largas y cortas. *Aparatos estomáticos* en unidades enteras asociadas a células largas.

Microfitolitos no identificados: microfitolitos rectangulares de extremos rectos o cóncavos, o trapezoidales, asociados entre sí en número variable (Fig. 2 B).

Formas aisladas (Figs. 2, 3, 4 y 5)

Clase Pooide: rectangulares cortos y trapezoidales muy frecuentes.

Clase Panicoide: en cruz gruesa frecuentes; halteriformes de centro cóncavo o corto y final convexo o recto muy frecuentes; de centro largo y final convexo raros.

Clase Elongados: lisos muy frecuentes, muy grandes (si bien es posible hallar microfitolitos elongados lisos pequeños); sinuosos frecuentes, de tamaño comparativamente menor que los lisos; con piso escasos.

Clase en Abanicos y Poliédricos: en abanicos lisos frecuentes, de forma tabular; crenados escasos; con piso frecuentes, grandes; poliédricos lisos frecuentes; crenados escasos; con piso raros.

Clase Aguzados: aguijones escasos, de gran tamaño; ganchos raros; formas triangulares escasos.

Microfitolitos no identificados: espacios intercelulares frecuentes. Microfitolitos poliédricos con proyecciones que surgen de la asociación de éstos con espacios intercelulares.

Definición de la asociación microfitolítica de la especie

Son muy frecuentes en esta asociación los elementos buliformes, células largas y cortas dentro de las formas asociadas, los microfitolitos rectangulares, trapezoidales, halteriformes de centro cóncavo o corto y final convexo o recto y los elongados lisos. En menor frecuencia se encuentran los aparatos estomáticos en las formas asociadas, y los microfitolitos en cruz gruesa, elongados sinuosos, en abanicos lisos y con piso, poliédricos lisos y espacios intercelulares. Están ausentes los ganchos y pelos asociados, y los microfitolitos en luna creciente, circulares, redondeados, elípticos, crenados y oblongos, de doble contorno, las formas Chloridoides, en cruz delgada, halteriformes de centro nodular y espinoso, complejos regulares e irregulares y crenados, elongados espinosos y de final cóncavo, porciones medias de pelos, ápices de formas aguzadas y pelos aislados.

Observaciones: dentro de las células cortas es posible observar asociaciones de 2 ó 3 células de paredes festoneadas, que las hacen diferentes en su forma de los halteriformes.

Los microfitolitos elongados lisos presentan una marcada diferencia de tamaño, lo cual se corresponde a dos orígenes distintos: los pequeños se originan en las células largas, mientras que los mayores en células buliformes y subepidérmicas.

Material examinado

ARGENTINA. Entre Ríos: Dpto. Concordia: Estación Agronómica de Concordia, 23/01/27, *Parodi 961* (SI); Península Soler, 17/09/92, *Zucol 176* (SI). Dpto. Gualeguay: Arroyo Clé, 08/01/93, *Zucol 460* (SI); 08/01/92, *Zucol 680* (SI); Puerto Ruíz, 08/01/92, *Zucol 681* (SI). Dpto. Gualeguaychú: Norte del Balneario Ñandubaysal, 10/01/92, *Zucol 86* (SI). Dpto. Nogoyá: Bañados del Río Nogoyá, 11/01/93, *Zucol 678* (SI). Dpto. Rosario del Tala: Bañados del Río Gualeguay camino a Concepción del Uruguay, 18/12/57, *Burkart 28628* (SI); Balneario Municipal D. Paniza, 11/01/93, *Zucol 675* (SI). Dpto. Uruguay: Laguna de los Negros, 19/12/41, *Nicora 2979* (SI); Concepción del Uruguay, Arroyo La China, 22/11/87, *Zuloaga et al. 3086* (SI). Dpto. Victoria: Islas entre Victoria y Rosario, 15/12/37, *Burkart 8825* (SI).

Especie perenne, robusta, cespitosa, de 1-2,5 m de altura, en Entre Ríos se la encuentra en toda la provincia formando pajonales altos y densos en las orillas de ríos y arroyos como así también en terrenos bajos e inundables. Floración primavera-estival.

8. *Panicum sabulorum* Lam.

Formas asociadas (Figs. 1 y 2)

Elementos buliformes frecuentes, en abanicos o poliédricos, asociados entre sí o con elementos irregulares. Células largas muy frecuentes, de paredes lisas u onduladas, asociadas entre sí exclusivamente o con células cortas o aguijones. Células cortas del tipo costal muy frecuentes, asociadas entre sí o con células largas; células cortas del tipo intercostal raras, asociadas a células largas. Aguijones frecuentes, asociados entre sí en hileras de células cortas y células largas a su alrededor o en pares con un aguijón y una célula corta. Aparatos estomáticos escasos, en unidades estomáticas aisladas, pares de células oclusivas, o aparatos estomáticos asociados a células largas e interestomáticas.

Microfitolitos no identificados: se han hallado microfitolitos formados por elementos poligonales, rectangulares e irregulares, de gruesas paredes, que no han podido ser identificados en forma fehaciente (Fig. 2 B).

Formas aisladas (Figs. 2, 3, 4 y 5)

Clase Pooide: rectangulares raros, de extremos algo cóncavos; de doble contorno escasos.

Clase Panicoides: en cruz gruesa escasos; halteriformes de centro cóncavo, corto o largo y final convexo o recto frecuentes; de centro nodular escasos.

Clase Elongados: lisos muy frecuentes, de largo y ancho variable; sinuosos muy frecuentes; espinosos y espinosos con piso escasos.

Clase en Abanicos y Poliédricos: en abanicos lisos frecuentes, de forma y tamaño variable; con piso raros; poliédricos lisos y crenados frecuentes, de tamaño mediano a pequeños; con piso escasos.

Clase Aguzados: ganchos raros; aguijones frecuentes, marginales y costales y tamaño variado; ápices de formas aguzadas frecuentes, de tamaño variado que se corresponden a pelos (los mayores) y a aguijones o ganchos (los más pequeños); pelos enteros raros; porciones medias de pelos muy frecuentes, en dos rangos de diámetros bien diferenciados; formas triangulares frecuentes.

Microfitolitos no identificados: espacios intercelulares escasos.

Definición de la asociación microfitolítica de la especie

Asociación definida por la elevada frecuencia de células largas y cortas asociadas y microfitolitos elongados lisos y sinuosos y porciones medias de pelos. En menor frecuencia también caracterizan a esta asociación los elementos buliformes y aguijones asociados, y microfitolitos halteriformes de centro cóncavo, corto o largo y final convexo o recto, en abanicos y poliédricos lisos, poliédricos crenados, ápices de formas aguzadas, aguijones aislados y formas triangulares. Se encuentran ausentes formas asociadas tales como los elementos subepidérmicos, ganchos y pelos, y formas aisladas como los microfitolitos en luna creciente, circulares, redondeados, elípticos, crenados y oblongos, trapezoidales, las formas Chloridoides, en cruz delgada, halteriformes de centro espinoso, complejos regulares e irregulares y crenados, elongados con final cóncavo y en abanicos crenados.

Observaciones: es muy frecuente la aparición de elementos redondeados o elípticos de paredes gruesas, que se asocian entre sí o con células largas y que se corresponden a las células epidérmicas que acompañan en sus bases a los pelos unicelulares.

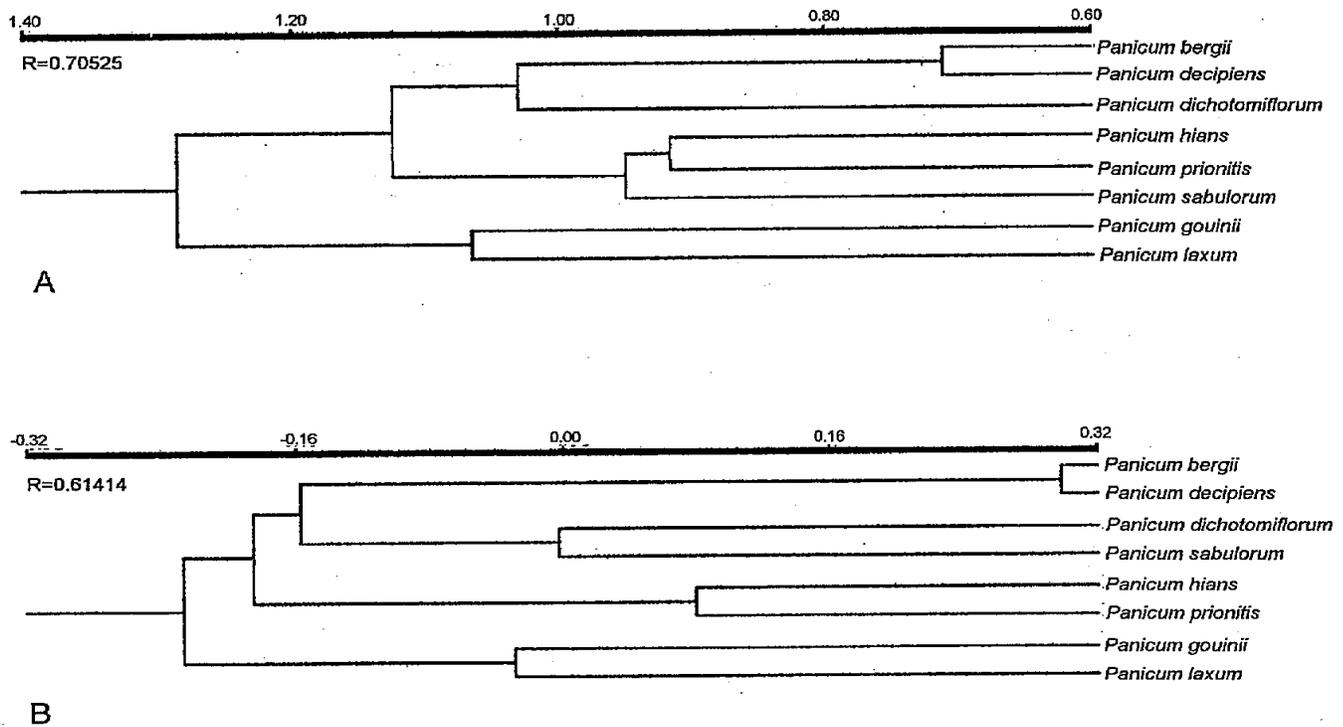


Fig. 6.- A-B: fenograma de las relaciones entre las asociaciones microfitolíticas mediante análisis de agrupamiento (UPGMA). A: fenograma de distancia (Manhattan distance), coeficiente de correlación cofenética $r = 0,70525$. B: fenograma de correlación (Coeficiente de correlación de momento - producto de Pearson), coeficiente de correlación cofenética $r = 0,61414$.

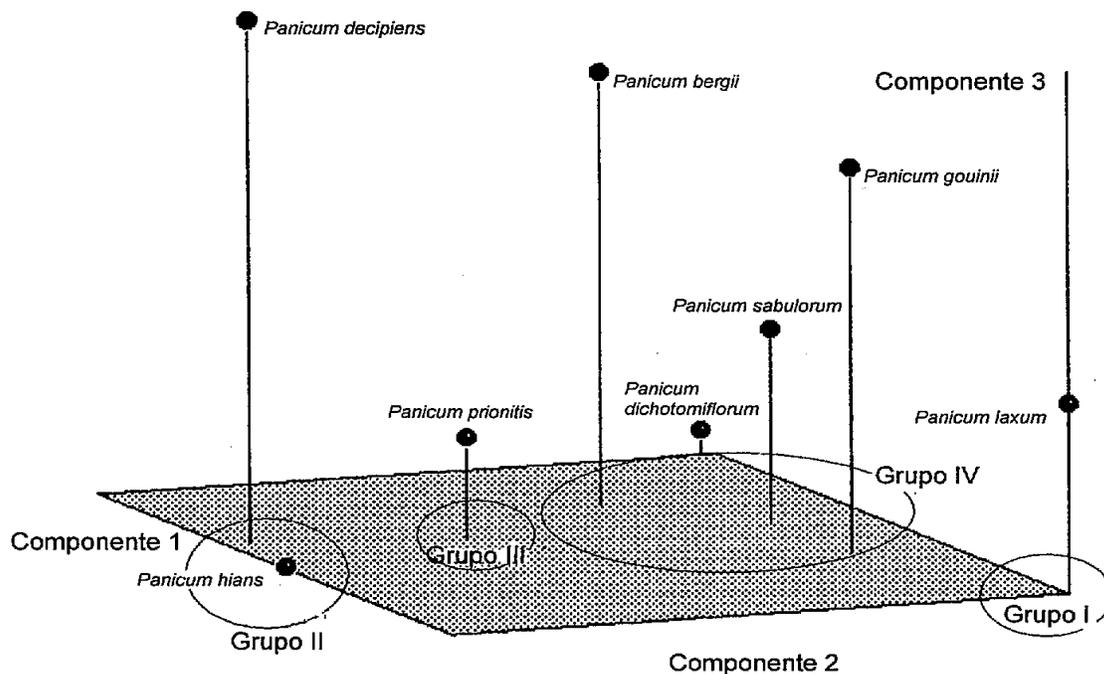


Fig. 7.- Análisis de componentes principales de las relaciones entre las asociaciones microfitolíticas, diagrama tridimensional de los componentes 1, 2 y 3 (85,4349 % de la variación total). Los grupos I, II, III y IV se detallan en el texto.

Dentro de los microfitolitos halteriformes se presentan elementos algo más irregulares que las morfologías típicas, especialmente en lo que respecta a los lóbulos que son marcadamente angulosos. Se observaron dos tipos de pelos (en especial de porciones medias de pelos), que se corresponden a dos morfologías bastantes diferentes entre sí.

Material examinado

ARGENTINA. **Corrientes:** Dpto. Ituzaingó: a 20 km de Ituzaingó hacia el Este, 25/11/87, Zuloaga et al. 3228 (SI); 25/11/87, Zuloaga et al. 3231 (SI). Dpto. San Martín: Km 20 de la ruta de Yapeyú a Santo Tomé, 22/11/87, Zuloaga et al. 3091 (SI). **Entre Ríos:** Dpto. Concordia: Lugares bajos borde de los caminos de Calabacilla a Nueva Escocia, 17/03/89, Zuloaga 3844 (SI); Colonia Ayuí, 18/03/89, Zuloaga 3852 (SI); Las Palmeras, 21/01/92, Zucol 88 (SI); 21/01/92, Zucol 89 (SI). Dpto. Islas del Ibicuy: ruta de Ceibas a Médanos, 7 km de Médanos, suelo arenoso, 17/03/89, Zuloaga 3840 (SI); Arroyo los Loros, 18/03/89, Zuloaga 3857 (SI). Dpto. Uruguay: Concepción del Uruguay, Arroyo La China, 22/11/87, Zuloaga 3088 (SI). **Misiones:** Dpto. San Pedro: entre San Pedro y Puerto Piray (km 76), 03/05/84, Zuloaga et al. 2060 (SI).

Especie perenne, brevemente rizomatosa, herbácea, en Entre Ríos se la observó en hábitats diversos ya que crece desde lugares húmedos y sombríos en los bordes o en el interior de bosques y selvas, hasta los lugares más abiertos y soleados, por lo general en suelos arenosos y menos frecuentemente en los rocosos o perturbados. Floración primavera-estival.

ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTO Y DE COMPONENTES PRINCIPALES

Mediante los análisis de agrupamiento y de componentes principales realizados a partir de los caracteres microfítolíticos exclusivamente, se han obtenido dos conjeturas principales acerca del agrupamiento de las OTUs. La más evidente de ellas surge del análisis de componentes principales (Fig. 7 y 8 A, B y C) en donde se observa un grupo unitario formado por la asociación de *P. laxum*, un segundo formado por *P. decipiens* y *P. hians*, el grupo unitario compuesto por *P. prionitis* y el integrado por las asociaciones de *P. gouinii*, *P. bergii*, *P. dichotomiflorum* y *P. sabulorum*.

Una segunda conjetura, si bien menos representativa de estos análisis, se encuentra apoyada por

los resultados obtenidos en el análisis de agrupamiento (Fig. 6 A y B) y parcialmente corroborada por algunos de los agrupamientos obtenidos en el análisis de componentes principales (Fig. 7 y 8 A, B y C). En esta se observa un grupo formado por (*P. bergii* + *P. decipiens*) + *P. dichotomiflorum*, otro compuesto por las asociaciones de (*P. hians* + *P. prionitis*) + *P. sabulorum* y un tercer grupo integrado por *P. gouinii* + *P. laxum*.

A partir del análisis de componentes principales se han obtenido los gráfico bi y tridimensionales (Fig. 8 A, B y C, y Fig. 7, respectivamente). En estos puede observarse como el componente 1 (30,6775 % de traza) permite separar claramente la asociación microfítolítica de *P. laxum* de las restantes y en menor escala de la de *P. gouinii*; los caracteres que contribuyen a este componente son el 1, 3, 21, 26, 27, 28, 35, 36, 47 y 49. El componente 2 (28,9767 % de traza) asocia al grupo formado por *P. hians* y *P. decipiens* y lo separa en forma parcial del grupo unitario de *P. prionitis* y en forma clara de las restantes asociaciones; los caracteres que contribuyen a este componente son el 4, 15, 16, 23, 39, 40, 41, 42, 43 y 46. El componente 3 (25,7807 % de traza) establece un mayor grado de asociación entre *P. bergii* + *P. decipiens*, y en menor grado entre estas asociaciones con la de *P. gouinii* y las diferencia de las restantes; los caracteres que contribuyen a este componente son el 5, 8, 17, 24, 30, 35, 38, 43, 45 y 49.

Finalmente, estos análisis permitieron determinar los siguientes grupos:

Grupo I: formado por la asociación microfítolítica de *P. laxum*.

Grupo II: formado por las asociaciones microfítolíticas de *P. hians* y *P. decipiens*.

Grupo III: formado por la asociación microfítolítica de *P. prionitis*.

Grupo IV: formado por las asociaciones microfítolíticas de *P. dichotomiflorum* + [*P. sabulorum* + (*P. bergii* + *P. gouinii*)].

A la separación del grupo I de las restantes asociaciones, en especial a la de *P. gouinii* contribuyen caracteres como las frecuencias relativas de los elementos subepidérmicos asociados, de las células largas asociadas y de los microfitolitos en forma de cruz gruesa, halteriformes de centro corto y final recto, de centro nodular y espinoso, los microfitolitos elongados espinosos con piso y los de final cóncavo, los ganchos aislados y los espacios intercelulares.

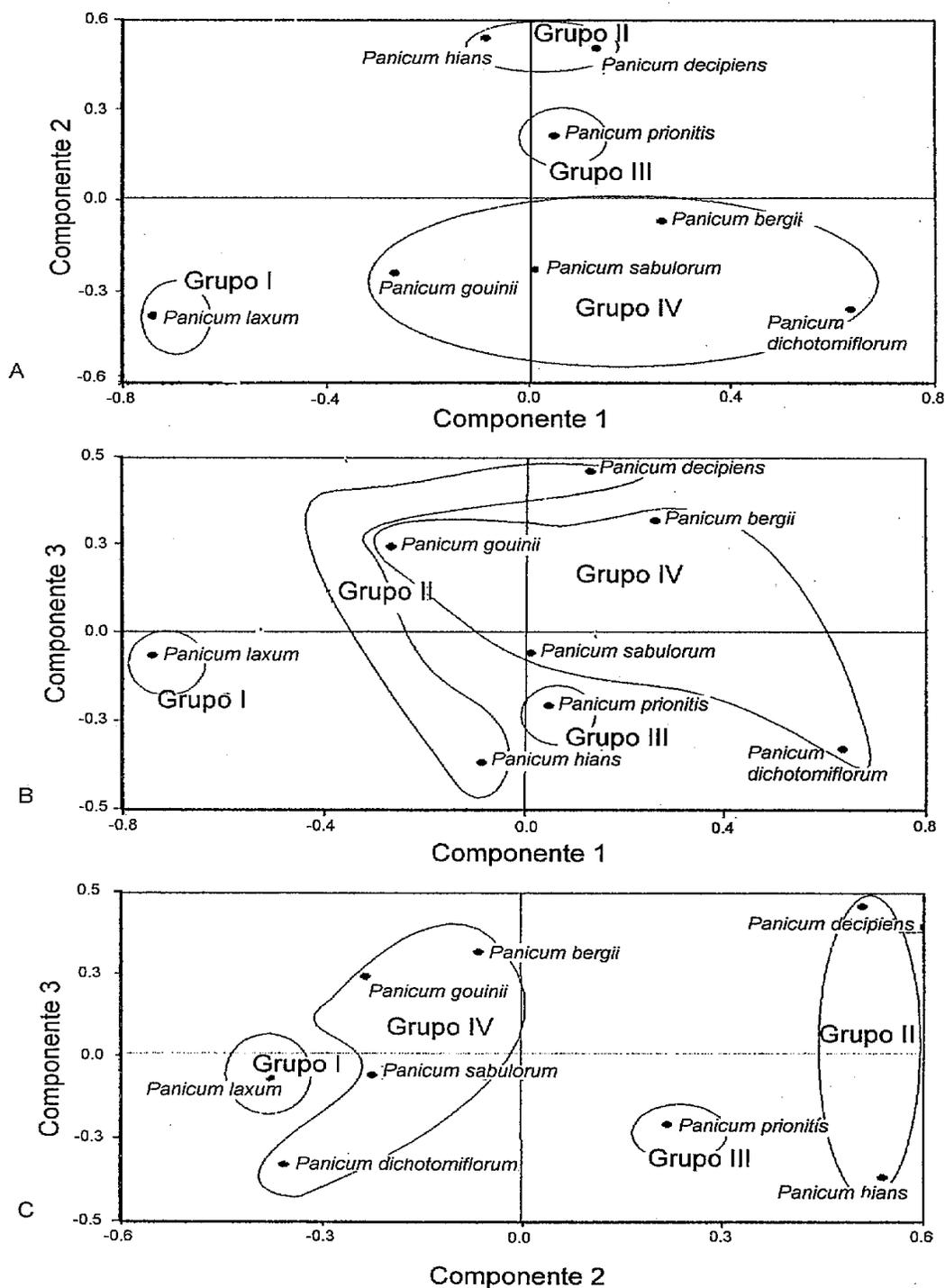


Fig. 8.- A-C: análisis de componentes principales de las relaciones entre las asociaciones microfitoríticas. A: diagrama bidimensional de los componentes 1 y 2 (59,6542% de la variación total). B: diagrama bidimensional de los componentes 1 y 3 (56,4582% de la variación total). C: diagrama bidimensional de los componentes 2 y 3 (54,7574% de la variación total). Los grupos I, II, III y IV se detallan en el texto.

Los caracteres que contribuyen a asociar a las asociaciones del grupo II y que separan a éstas del grupo III son las células cortas asociadas y las frecuencias relativas de los microfitolitos crenados y oblongos, de doble contorno, halteriformes de centro cóncavo y final convexo, en abanicos con piso, poliédricos lisos, crenados y con piso, porciones medias de pelos y agujones aislados.

En lo que respecta a la separación de las asociaciones de *P. bergii* y *P. decipiens* de las restantes asociaciones y su agrupación entre sí y en menor grado con la de *P. gouinii*, contribuyen las frecuencias relativas de los agujones asociados y aparatos estomáticos, las frecuencias relativas de los microfitolitos trapezoidales, halteriformes de centro corto y final convexo y complejos e irregulares, los elongados espinosos con piso, en abanicos crenados, porciones medias de pelos, pelos aislados enteros y espacios intercelulares.

DISCUSIÓN

Las asociaciones microfílicas estudiadas se encuentran dentro de la descripción tipo dada por Twiss (1992) para la subfamilia Panicoideae, vale decir, en todas ellas se han encontrado microfílicos rectangulares, elongados de paredes lisas, sinuosas y crenadas, en forma de cruces y halteriformes de diferentes tipos y bajas frecuencias de los microfílicos de la Clase Pooide.

Zuloaga et al. (1993) ubican las especies estudiadas en los subgéneros *Panicum* (*P. dichotomiflorum*, *P. bergii* y *P. gouinii*), *Agrostoides* (*P. prionitis*), *Steinchisma* (*P. decipiens* y *P. hians*), *Phanopyrum* (*P. laxum*) y *Dichanthelium* (*P. sabulorum*). Mediante el tratamiento realizado en el presente trabajo, puede observarse que las asociaciones microfílicas foliares han manifestado la sistemática infragenérica, como así también la relación de parentesco entre los subgéneros, con excepción de la especie perteneciente al subgénero *Dichanthelium*, este subgénero se encuentra en su sistemática claramente diferenciado de los restantes y en estos análisis se presentó en estrecha relación con las especies del subgénero *Panicum*.

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a A. E. Artabe, M. Brea, O. Morrone y F. O. Zuloaga por su apoyo en la realiza-

ción de estos trabajos y por las sugerencias realizadas en la lectura crítica del manuscrito que posibilitaron mejorar este artículo.

BIBLIOGRAFÍA

- Clifford, H. T. & Stephenson, W. 1975. *An introduction to numerical classification*. Academic Press, Nueva York.
- Crisci, J. V. & López Armengol, M. F. 1983. *Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica*. OEA, Washington.
- Labouriau, L. G., Mosquim P. & Morhy, L. 1973. Deposição de sílica nas folhas de *Caesaria grandiflora* St. Hil. *An. Acad. Brasil. Ciênc.* 45: 545-563.
- Piperno, D. R. 1988. *Phytolith Analysis: An Archaeological and Geological Perspective*. Academic Press. Londres.
- Rohlf, F. J. 1992. *NTSYS-pc Numerical taxonomy and multivariate analysis system*. Versión 1.70, Exeter Software Publ. Nueva York.
- Rovner, I. 1988. Fitolitos en las plantas: Un factor probable en los orígenes de la agricultura. *Coloquio V. Gordon Childe. Estudios sobre la revolución neolítica y la revolución urbana*. Univ. Nac. Autónoma de México: 113-131.
- Sneath, P. H. & Sokal, R. R. 1973. *Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification*. W. H. Freeman. San Francisco.
- Sokal, R. R. & Rohlf, F. J. 1962. The comparison of dendrograms by objective methods. *Taxon* 11: 33-40.
- & Sneath, P. H. 1963. *Principles of numerical taxonomy*. Freeman & Co. San Francisco & Londres.
- Twiss, P. C. 1992. Predicted world distribution of C₃ and C₄ grass phytoliths, en Rapp, G. & Mulholland, S. (eds.), *Phytolith Systematics*: 113-128. Plenum Press.
- , Suess, E. & Smith, R. M. 1969. Morphological classification of grass phytolith. *Soil Science Society of American Proceeding* 33: 109-115.
- Zucol, A. F. 1992. Microfitolitos: I. Antecedentes y terminología. *Ameghiniana* 29: 353-362.
- . 1995. Microfitolitos: II. Análisis de las clasificaciones. *Ameghiniana* 32: 243-248.
- . 1996. Microfitolitos de las Poaceae argentinas: I. Microfitolitos foliares de algunas especies del género *Stipa* (Stipeae: Arundinoideae), de la provincia de Entre Ríos. *Darwiniana* 34: 151-172.
- Zuloaga, F. O., Dubcovsky, J. & Morrone, O. 1993. Infragenetic phenetic relations in new world *Panicum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae): a numerical analysis. *Canad. J. Bot.* 71: 1312-1327.

ÍNDICE DE COLECCIONISTAS

Cada espécimen es citado por el primer nombre del coleccionista en el caso de que otras personas participen de la colección. Se indica entre paréntesis el número de la especie.

Ahumada 610 (3), 1790 (3).

Bacigalupo 965 (5).

Burkart 285 (2), 1137 (3), 1210 (3), 3793 (3), 3924 (2), 8825 (7), 15040 (2), 21593 (3), 21597 (5), 24090b (5), 28628 (7).

Cabrera 28368 (5), 28853 (3), 32427 (2), 32328 (1).

Felippone 4908 (3).

Galli 242 (5).

Herter 432(80513) (4).

Mollura 30 (3).

Nicora 2979 (7).

Parodi 961 (7), 3943 (5).

Renvoize 3151 (2).

Schinini 9578 (3).

Troncoso 2127 (2), 2396 (2), 3412 (5).

Zucol 66 (1), 76 (4), 86 (7), 88 (8), 89 (8), 90 (4), 91 (4), 95 (1), 96 (5), 97 (5), 100 (6), 101 (1), 103 (5), 104 (6), 176 (7), 457 (1), 460 (7), 466 (1), 467 (1), 468 (1), 564 (1), 565 (1), 566 (1), 568 (4), 569 (4), 570 (4), 571 (4), 573 (4), 576 (4), 577 (4), 675 (7), 678 (7), 680 (7), 681 (7), 684 (6), 685 (6), 686 (6), 687 (6), 688 (6), 689 (6).

Zuloaga 565 (2), 2060 (8), 2337 (6), 3086 (7), 3088 (8), 3089 (6), 3091 (8), 3170 (6), 3214 (2), 3231 (8), 3228 (8), 3840 (8), 3843 (5), 3844 (8), 3850 (5), 3852 (8), 3857 (8).

Original recibido el 5 de abril de 1997; aceptado el 10 de julio de 1998.

Apéndice 1.- Elementos morfológicos.

FORMAS ASOCIADAS

1. Elementos subepidérmicos
2. Elementos buliformes
3. Células largas
4. Células cortas
5. Aguijones
6. Ganchos
7. Pelos enteros o fragmentados
8. Aparatos estomáticos
9. Aparatos estomáticos: enteros (1), fragmentados (2), ambos (3)

FORMAS AISLADAS

Clase Pooide

10. En luna creciente
11. Circulares
12. Rectangulares
13. Redondeados
14. Elípticos
15. Crenados y oblongos
16. De doble contorno
17. Trapezoidales

Clase Chloridoide

18. Chloridoide normal
19. Chloridoide delgado
20. En silla de montar

Clase Panicoide

21. Cruz gruesa
22. Cruz delgada
23. Halteriformes de centro cóncavo y final convexo

24. Halteriformes de centro corto y final convexo
25. Halteriformes de centro largo y final convexo
26. Halteriformes de centro corto y final recto
27. Halteriformes de centro nodular
28. Halteriformes de centro espinoso
29. Halteriformes complejos y regulares
30. Halteriformes complejos e irregulares
31. Halteriformes crenados

Clase Elongados

32. Elongados lisos
33. Elongados sinuosos
34. Elongados espinosos
35. Elongados espinosos con piso
36. De final cóncavo

Clase en Abanicos y Poliédricos

37. En abanicos lisos
38. En abanicos crenados
39. En abanicos con piso
40. Poliédricos lisos
41. Poliédricos crenados
42. Poliédricos con piso

Clase Aguzados

43. Porciones medias de pelos
44. Ápices de formas aguzadas (pelos, aguijones o ganchos)
45. Pelos unicelulares enteros
46. Aguijones enteros
47. Ganchos enteros
48. Formas triangulares
49. Espacios intercelulares

Apéndice 2.- Matriz básica de datos. A: *P. bergii*. B: *P. decipiens*. C: *P. dichotomiflorum*. D: *P. gouinii*. E: *P. hians*. F: *P. laxum*. G: *P. prionitis*. H: *P. sabulorum*. La numeración de los caracteres corresponde a la de los elementos morfológicos del Apéndice 1. Los caracteres invariables 10, 11, 13, 14, 18, 19 y 20 no fueron considerados en el tratamiento numérico.

OTU	A	B	C	D	E	F	G	H
Carácter								
1	0.77	1.26	0.57	4.87	1.82	8.09	0.85	0
2	2.25	6.64	1.12	8.63	6.20	8.29	7.02	4.38
3	8.48	6.72	6.50	8.95	6.26	4.41	7.02	7.82
4	8.36	6.52	4.31	5.31	7.93	4.89	7.91	7.72
5	0.15	0.62	5.01	2.59	0	4.13	1.87	4.34
6	0	0	0.49	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0.89	0	0	0
8	4.58	4.64	1.83	6.67	0	2.33	2.68	2.06
9	1	1	1	1	0	1	1	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0
12	1.84	1.91	1.63	3.77	4.13	0.71	6.03	0.63
13	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0.68	0.63	0	0
16	0	0	0	0	0.55	0	0	0.85
17	0.69	0.48	4.79	1.24	2.14	0	5.43	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0
21	2.73	3.02	3.96	0.80	1.22	1.61	4.14	1.29
22	0	0.23	0	0	0	0	0	0
23	2.35	4.14	1.62	2.11	5.26	4.19	6.09	4.41
24	5.20	4.59	4.37	3.14	5.68	3.75	6.83	4.63
25	7.08	5.72	4.79	3.54	4.98	1.80	0.63	4.45
26	6.55	6.31	5.29	4.04	5.57	2.98	6.33	3.83
27	0	5.54	5.71	1.05	0	1.76	0	2.20
28	0.55	0	0.38	0	0	0.56	0	0
29	0	0.48	5.58	2.56	0	0	0	0
30	0.71	0	5.49	2.03	0	0	0	0
31	0	0	0.26	0	0	0	0	0
32	0.59	1.67	1.76	2.47	4.14	1.81	6.12	6.70
33	7.68	3.49	4.80	6.93	7.02	4.90	3.93	7.27
34	4.09	4.93	4.06	1.21	1.93	3.45	0	2.20
35	0	1.78	0	0	0.57	0.56	1.37	1.55
36	5.41	2.94	3.38	4.87	0	0.18	0	0
37	5.76	5.78	4.61	2.14	6.90	8.40	4.20	4.35
38	0	0.40	0	0	0	0	1.69	0
39	1.99	6.25	0.42	4.87	3.77	3.36	4.54	0.27
40	7.61	6.01	0.61	1.31	3.97	4.52	4.67	4.23
41	0	1.22	4.15	6.01	0.57	0	1.99	3.70
42	0	3.98	0.78	0.67	3.09	1.34	0.67	1.55
43	4.98	0	0	0	0.44	0	0	5.61
44	2.11	0.34	1.07	0.58	3.52	0	0	4.19
45	1.28	0	0	0	0.57	0	0	0.66
46	4.89	0.40	6.42	0.68	1.92	7.63	1.54	3.45
47	0.58	0	0.56	0	1.37	7.94	0.63	0.63
48	0.53	1.11	3.62	6.91	3.85	0	1.37	3.42
49	0.67	0.78	0	0	3.00	5.69	4.38	1.55