

FITOLITOS DE POACEAE DE ARGENTINA. III. FITOLITOS FOLIARES DE ESPECIES DEL GÉNERO *PASPALUM* (PANICEAE) EN LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS

ALEJANDRO F. ZUCOL ¹

*Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Materi y España s/n, 3105 Diamante, Entre Ríos, Argentina.
E-mail: afzucol@alpha.arcrde.edu.ar*

ABSTRACT: Zucol A. F. 2000. Phytoliths of Poaceae from Argentina: III. Leaf phytoliths of some species of the genus *Paspalum* (Paniceae), from Entre Ríos province. *Darwiniana* 38(1-2): 11-32.

Foliar phytolith morphology of 8 species of *Paspalum*: *P. dilatatum* Poir., *P. lividum* Trin. ex Schldtl., *P. nicorae* Parodi, *P. notatum* Flügge, *P. plicatulum* Michx., *P. sauræ* Parodi, *P. unispicatum* Nash and *P. urvillei* Steud., 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). Three groups were found, the first one with *P. unispicatum*, the second one with *P. lividum* and the third group with [*P. dilatatum* + (*P. notatum* + *P. sauræ*)] and [*P. nicorae* + (*P. plicatulum* + *P. urvillei*)] assemblage subgroups. The 8 phytolith assemblages show Panicoid affinity (*sensu* Twiss, 1992). This analyses supported the infrageneric classification, with an exception in the Dilatata group assemblages (*P. dilatatum* and *P. urvillei*).

Key words: Phytoliths, Phytolith assemblages, *Paspalum* sp., Entre Ríos province, Argentina.

RESUMEN. Zucol, A. F. 2000. Fitólitos de Poaceae de Argentina. III. Fitólitos foliares de especies del género *Paspalum* (Paniceae) de la provincia de Entre Ríos. *Darwiniana* 38(1-2): 11-32.

Se analiza la morfología de fitólitos foliares de 8 especies del género *Paspalum* de la provincia de Entre Ríos: *P. dilatatum* Poir., *P. lividum* Trin. ex Schldtl., *P. nicorae* Parodi, *P. notatum* Flügge, *P. plicatulum* Michx., *P. sauræ* Parodi, *P. unispicatum* Nash y *P. urvillei* Steud. Cluster analysis (UPGMA) y análisis de componentes principales fueron realizados sobre la base de 49 caracteres morfológicos de 8 asociaciones fitolíticas (OTUs). Se hallaron tres grupos, uno integrado por *P. unispicatum*, el segundo con *P. lividum* y el tercer grupo formado por [*P. dilatatum* + (*P. notatum* + *P. sauræ*)] y [*P. nicorae* + (*P. plicatulum* + *P. urvillei*)]. Las 8 asociaciones de fitólitos se encuadran dentro del tipo Panicoideae (Twiss, 1992). Este estudio coincide con la clasificación infragenérica, con excepción de los resultados hallados en el grupo Dilatata (*P. dilatatum* y *P. urvillei*).

Palabras clave: Fitólitos, Asociaciones fitolíticas, *Paspalum* sp., Provincia de Entre Ríos, Argentina.

INTRODUCCIÓN

Los fitólitos de las Poaceae han sido hallados en forma esporádica en raíces, y su presencia es predominante en los tallos y en especial en las hojas. Los cuerpos silíceos foliares se encuentran preferentemente en las epidermis del limbo, pudiendo aparecer en la hipodermis y aislados en los márgenes (Sendulsky & Labouriau, 1966). Se ha observado también la existencia de elementos de conducción silicificados, pero en una frecuencia comparativamente menor (Baker, 1961).

Esta contribución tiene por objeto el estudio de las distintas formas fitolíticas foliares halladas en las especies más abundantes del género *Paspalum* L. de la flora entrerriana, la definición de las asociaciones fitolíticas foliares de estas especies y su comparación entre sí y con las asociaciones fitolíticas tipo definidas para las subfamilias de Poaceae.

¹Miembro de la Carrera del Investigador, CONICET

MATERIALES Y MÉTODOS

El material estudiado fue obtenido y tratado bajo las mismas normas y métodos descriptos en artículos previos (Zucol, 1996a, 1998). Vale decir, el material fitolítico se obtuvo por el método de calcinación de Labouriau (1983), acompañado en todos los casos por un ensayo en blanco (De Campos & Laboriau, 1969).

Todas las muestras se obtuvieron de la penúltima hoja de una innovación estéril, en número de tres hojas por ejemplar. El material examinado se detalla en cada una de las descripciones.

Las observaciones e ilustraciones fueron realizadas con un microscopio Olympus BH-2 con cámara clara de dibujo.

Para el tratamiento de los fitolitos se ha utilizado la clasificación propuesta por Twiss et al. (1969), versión corregida (Twiss, 1992). Sobre la base de esta clasificación, se trabajó con 49 elementos morfológicos cuya numeración para el tratamiento numérico se detalla en el Apéndice 1.

Para la realización de las descripciones se analizaron 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 morfológicas por especie. Las frecuencias relativas de cada clase morfológica se obtuvieron mediante una escala que contempla la ausencia de fitolitos de una determinada clase morfológica, la presencia en forma rara, escasa, frecuente y muy frecuente; los límites de esta escala se han obtenido mediante las mismas pautas descriptas en el primer artículo de esta serie (Zucol, 1996a).

Los datos recabados para el tratamiento numérico son del tipo multiestado cuantitativo continuo (frecuencias relativas), salvo el carácter 9 que es multiestado cualitativo (codificación en el Apéndice 1).

Con la información obtenida de las descripciones se confeccionó una matriz básica de datos (MBD) compuesta por 8 unidades operacionales de trabajo (OTUs) y 49 caracteres de cada unidad (Apéndice 2), la cual fue analizada utilizando técnicas de agrupamientos y análisis de componentes principales.

Previo a estos análisis se eliminaron los caracteres que se comportaron en forma invariable en las 8 OTUs (caracteres 10, 11, 14, 18, 19, 20, 35 y 39).

La MBD fue estandarizada por caracteres, expresando sus valores en unidades de desviación estándar. Con esta MBD estandarizada se efectuó el análisis de agrupamientos mediante el método de los pares ordenados no ponderados usando la media aritmética (UPGMA) (Sokal & Sneath, 1963); aplicándose el coeficiente de distancia "Manhattan distance" (Sneath & Sokal, 1973) y 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).

Las especies del género *Paspalum* estudiadas se han seleccionado siguiendo como premisa 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 (Zucol, 1996b).

DESCRIPCIONES

1. *Paspalum dilatatum* Poir.

Formas articuladas (Figs. 1 y 2)

Elementos subepidérmicos escasos, de forma redondeada, asociados entre sí y con células largas. *Elementos buliformes* escasos, poliédricos, asociados entre sí exclusivamente. *Células largas* muy frecuentes, de paredes anticlinales longitudinales lisas, onduladas o sinuosas, articuladas entre sí exclusivamente o con células cortas, ganchos, aguijones y elementos subepidérmicos. *Células cortas* muy frecuentes, articuladas en hileras como se observan en las zonas costales epidérmicas, aisladas o

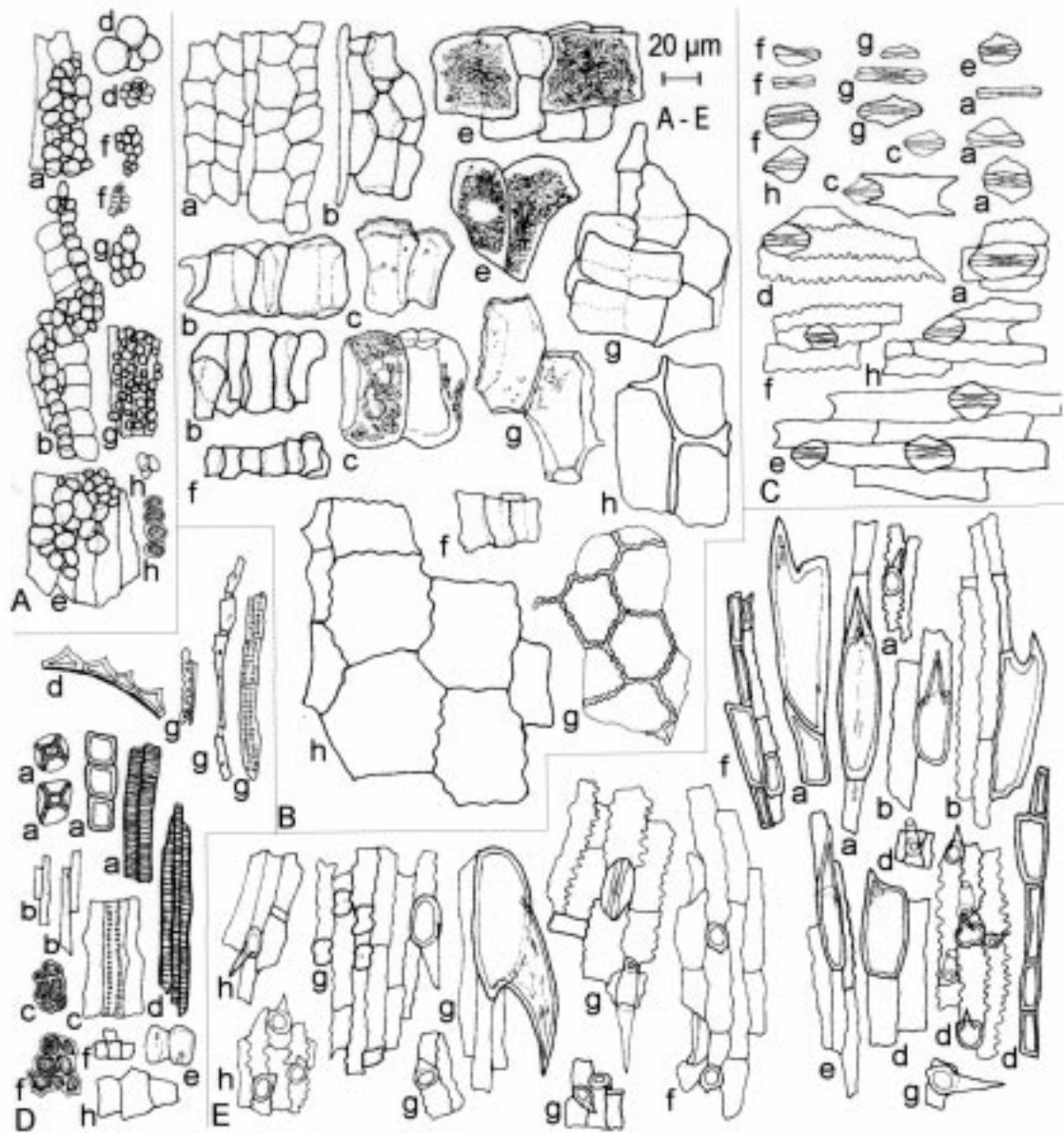


Fig. 1.- Formas articuladas. A: elementos subepidérmicos. B: elementos buliformes. C: aparatos estomáticos. D: fitólitos no identificados. E: ganchos asociados, aguijones asociados y pelos enteros o fragmentados. Referencias: a, *Paspalum dilatatum*; b, *Paspalum lividum*; c, *Paspalum nicorae*; d, *Paspalum notatum*; e, *Paspalum plicatulum*; f, *Paspalum sauriae*; g, *Paspalum unispicatum*; h, *Paspalum urvillei*.

articuladas de a 2 como las de las zonas intercostales. *Aguijones* escasos, grandes, marginales y en menor frecuencia costales, asociados a células largas y cortas. *Ganchos* escasos, de superficie basal redondeada y barba corta a mediana con respecto al cuerpo, se asocian a células largas preferentemente de paredes onduladas o sinuosas. *Apa-*

ratos estomáticos escasos, con sus células componentes enteras, asociados de diferente modo dado que se presentan desde células oclusivas articuladas únicamente, células oclusivas y una de las dos subsidiarias, aparatos estomáticos completos y aislados de otros elementos epidérmicos o asociados a células largas.

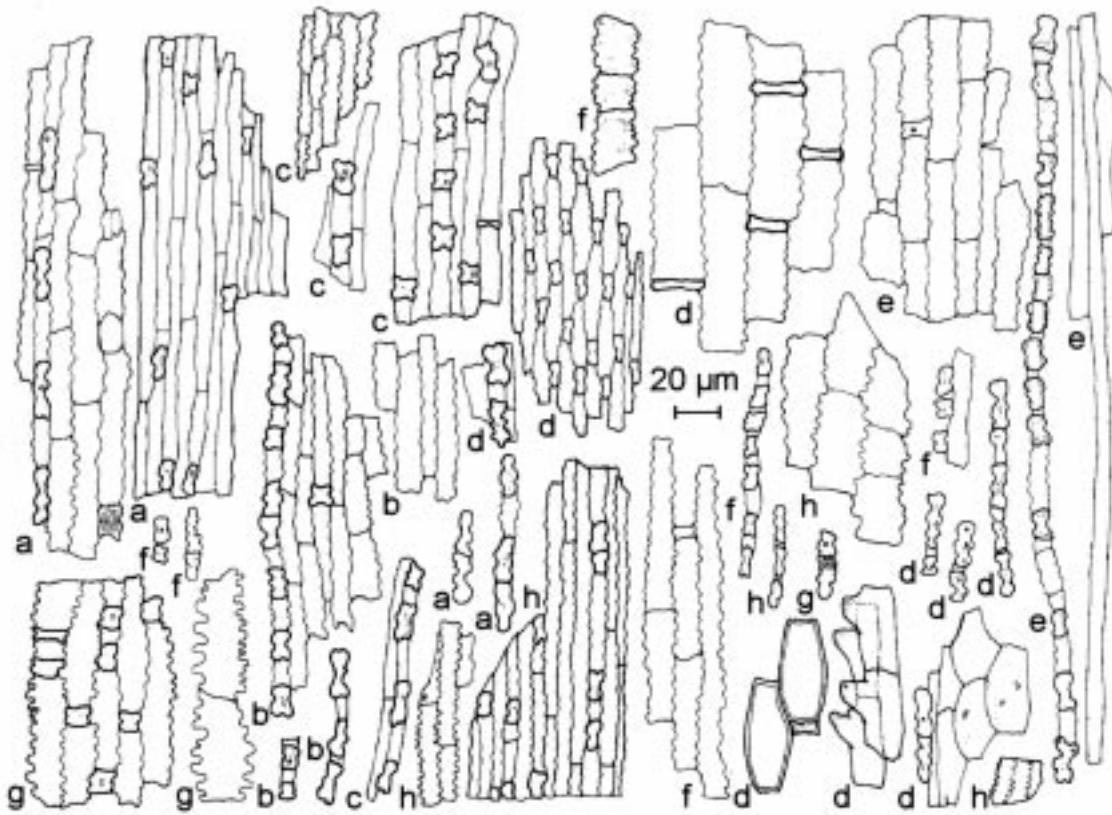


Fig. 2.- Formas articuladas. Células largas y cortas articuladas. Referencias: a, *Paspalum dilatatum*; b, *Paspalum lividum*; c, *Paspalum nicorae*; d, *Paspalum notatum*; e, *Paspalum plicatulum*; f, *Paspalum sauriae*; g, *Paspalum unispicatum*; h, *Paspalum urvillei*.

Fitolitos no identificados: se han encontrado elementos redondeados que pueden interpretarse como bases de ganchos acompañados por fragmentos de las células largas vecinas. Se observan también elementos isodiamétricos de paredes gruesas asociados entre sí exclusivamente. También se han encontrado elementos tubulares con paredes de engrosamientos espiralados que se asocian entre sí y que por estas características y su forma podrían identificarse como elementos del sistema vascular (Fig. 1).

Formas aisladas (Figs. 3, 4, 5 y 6)

Clase Pooide: redondeados frecuentes, algo ovalados y apiculados; rectangulares escasos, de tamaño y contorno variable; trapezoidales escasos.

Clase Panicoide: en cruz gruesa escasos; en cruz delgada raros; halteriformes de centro cóncavo y final convexo raros; halteriformes de centro corto y final convexo o recto, de centro espinoso, comple-

jos regulares e irregulares escasos; halteriformes de centro largo y final convexo frecuentes; halteriformes de centro nodular muy frecuentes; halteriformes crenados raros.

Clase Elongados: lisos frecuentes, por lo general más cortos y delgados que los sinuosos y espinosos; sinuosos escasos; espinosos y con final cóncavo escasos.

Clase en Abanicos y Poliédricos: en abanicos lisos escasos de tamaño variable; en abanicos crenados raros; poliédricos lisos escasos; poliédricos crenados raros.

Clase Aguzados: ápices de formas aguzadas escasos; porciones medias de pelos raros; ganchos raros, de tamaño basal y longitud de barba variable; agujijones escasos, del tipo marginal y en menor frecuencia costal; formas triangulares frecuentes, de tamaño y forma variable.

Fitólitos no identificados: espacios intercelulares raros, en general de forma aguzada. Se han observado elementos elongados de bordes más o menos ondulados con hileras de perforaciones que la recorren en sentido longitudinal (Fig. 3 A).

Definición de la asociación fitolítica de la especie

Asociación definida por la presencia en elevada frecuencia de células largas y cortas articuladas, como así también fitólitos halteriformes de centro nodular; y en menor frecuencia los fitólitos redondeados, halteriformes de centro largo y final convexo, elongados lisos y formas triangulares.

Están ausentes en esta asociación los pelos enteros y asociados, los fitólitos en luna creciente, los circulares y elípticos, crenados y oblongos y de doble contorno, los micofitólitos de la clase chloridoide, elongados con piso y los abanicos y poliédricos con piso.

Observaciones: se han encontrado asociaciones de elementos más o menos rectangulares con una o dos zonas medias adelgazadas, que por su formas se los interpretó como asociaciones de células cortas en una vista anticlinal longitudinal.

Los fitólitos redondeados de la Clase Pooide provienen de la ruptura de elementos halteriformes de centro delgado. Se han encontrado fitólitos aislados que se originaron en células subsidiarias que no han sido consideradas por Twiss (1992) en ninguna de sus clases morfológicas.

Material examinado

ARGENTINA. **Buenos Aires**. Pdo. La Plata: Campos bajos en las cercanías de Berisso, 5-XII-91, *Zucol 106* (SI). **Entre Ríos**. Dpto. Paraná: Ruta 18, a la altura de Ramblón, 11-I-93, *Zucol 510* (SI); alrededores de Paraná, 11-I-93, *Zucol 516* (SI). Dpto. Colón: Liebig, 19-I-92, *Zucol 75* (SI); Balneario de Villa Elisa, Arroyo Perucho Verne, 16-I-92, *Zucol 112* (SI); 16-I-92, *Zucol 113* (SI); Ruta 14, campos previos a Colón, 13-I-93, *Zucol 519* (SI). Dpto. Victoria: Rincón de Nogoyá, 9-I-93, *Zucol 455* (SI). Dpto. Diamante: Strobel, 10-I-93, *Zucol 504* (SI); Las cuevas, 10-I-93, *Zucol 505* (SI); 10-I-93, *Zucol 508* (SI).

Especie perenne, subcespitosa, de 30-100 cm de altura, en Entre Ríos es uno de los principales componentes de las pasturas naturales de toda la provincia; es muy común en campos bajos y fértiles. Floración primaveral-estival.

2. *Paspalum lividum* Trin. ex Schtdl.

Formas articuladas (Figs. 1 y 2)

Elementos subepidérmicos escasos, redondeados, asociados entre sí o con células largas. *Elementos buliformes* frecuentes, tanto en forma de abanico como poliédrica, asociados principalmente entre sí. *Células largas* muy frecuentes, de paredes anticlinales longitudinales onduladas y variada longitud, articuladas mayoritariamente entre sí o con células cortas y menos frecuentemente con estomas, aguijones y elementos subepidérmicos. *Células cortas* muy frecuentes, principalmente de los tipos costales halteriformes de centro corto o largo y final recto o convexo y de centro nodular, que alternan con células cortas rectangulares de paredes anticlinales longitudinales algo onduladas o lisas. *Aguijones* escasos, robustos, marginales, asociados a células largas. *Aparatos estomáticos* raros, de células componentes enteras, asociados a células largas y cuando las porciones epidérmicas son grandes con células cortas.

Fitólitos no identificados: se han encontrado fitólitos rectangulares de pequeño tamaño, asociados entre sí en número de 2 a 4 elementos (Fig. 1 D).

Formas aisladas (Figs. 3, 4, 5 y 6)

Clase Pooide: redondeados, rectangulares y trapezoidales raros.

Clase Panicoide: en cruz gruesa raros; en cruz delgada escasos; halteriformes de centro corto y final convexo frecuentes; de centro corto y final recto escasos; de centro largo y final convexo escasos; halteriformes de centro nodular frecuentes; de centro espinoso raros; complejos y regulares escasos; complejos e irregulares raros.

Clase Elongados: lisos y sinuosos frecuentes; espinosos escasos; con final cóncavo escasos de forma y tamaño variable.

Clase en Abanicos y Poliédrico: en abanicos lisos frecuentes, en su mayoría con la típica forma buliforme y menos frecuentes con zona inferior algo abultada; poliédricos lisos frecuentes de tamaño variable; poliédricos crenados raros, pequeños en comparación con los lisos.



Fig. 3.- Formas aisladas. A: fitolitos no identificados. B: fitolitos circulares y redondeados. C: fitolitos crenados y oblongos y fitolitos de doble contorno. D: fitolitos rectangulares. E: fitolitos en cruz de centro delgado. F: fitolitos trapezoidales. G: fitolitos en cruz de centro grueso. H: fitolitos halteriformes de centro corto y final convexo o recto. I: fitolitos halteriformes de centro cóncavo y final convexo. J: fitolitos halteriformes crenados. K: fitolitos halteriformes de centro largo y final convexo. L: fitolitos halteriformes de centro nodular. M: fitolitos halteriformes de centro espinoso. N: fitolitos halteriformes complejos e irregulares. O: fitolitos halteriformes complejos y regulares. Referencias: a, *Paspalum dilatatum*; b, *Paspalum lividum*; c, *Paspalum nicorae*; d, *Paspalum notatum*; e, *Paspalum plicatulum*; f, *Paspalum sauriae*; g, *Paspalum unispicatum*; h, *Paspalum urvillei*.

Clase Aguzados: ápices de formas aguzadas escasas; Porciones medias de pelos frecuentes, de diámetro y largo variable; ganchos raros; aguijones escasos, robustos (marginales) o de paredes más delgadas. Formas triangulares escasas, de tamaño variable.

Fitolitos no identificados: espacios intercelulares raros, con proyecciones planas. Elementos tubulares en cuyas paredes se observan perforaciones ordenadas y que pueden provenir de la silicificación parcial de elementos vasculares (Fig. 3 A).

Definición de la asociación fitolítica de la especie

En la presente asociación son muy frecuentes las células largas y cortas articuladas y en menor frecuencia se encuentran los elementos buliformes asociados, los fitólitos halteriformes de centro corto y final convexo, de centro nodular, como así también los elongados lisos y sinuosos, los abanicos y poliédricos lisos y las porciones medias de pelos.

Se encuentran ausentes en esta asociación los pelos aislados y asociados, los ganchos asociados, los fitólitos en luna creciente, circulares y elípticos, crenados y oblongos, de doble contorno, las formas chloridoides, halteriformes de centro cóncavo y final convexo como así tampoco los crenados; están ausentes también los fitólitos elongados espinosos con piso, los abanicos crenados y los abanicos y poliédricos con piso.

Observaciones: se ha observado en forma frecuente la presencia de elementos epidérmicos y subepidérmicos de paredes gruesas, que se corresponden con los elementos diferenciados que acompañan las bases de los pelos unicelulares.

Los micofitólitos elongados sinuosos provienen principalmente de células largas de paredes anticlinales longitudinales onduladas, mientras que los elongados lisos son de origen dudoso. Se han encontrado elementos aguzados de base isodiamétrica a levemente elíptica que no han podido ser contabilizados ni como ganchos, ni como aguijones.

Dentro de la Clase Aguzados pueden considerarse también zonas basales de pelos unicelulares las cuales se presentan en forma escasa (Fig. 6 B).

Material examinado

ARGENTINA. **Entre Ríos.** Dpto. Paraná: Ruta 18, a la altura de Ramblón, 11-I-93, Zucol 661 (SI). Dpto. Colón: Liebig, 13-I-93, Zucol 652 (SI); 13-I-93, Zucol 654 (SI); campos cercanos a Villa Elisa, 13-I-93, Zucol 655 (SI); 13-I-93, Zucol 656 (SI); Campos entre Colón y San José, 13-I-93, Zucol 657 (SI); Campos previos al puente Colón-Paysandú, 13-I-93, Zucol 663 (SI). Dpto. Diamante: Las Cuevas, 10-I-93, Zucol 659 (SI). Dpto. Gualeguay: Ruta 11, en las cercanías de Rincón de Nogoyá Sur, 9-I-93, Zucol 660 (SI); 9-I-93, Zucol 651 (SI); Arroyo Clé, 8-I-93, Zucol 653 (SI).

Especie perenne, cespitosa erecta y rastrera o semirastrera, de 20 - 60 cm de altura, de porte variable, en Entre Ríos se distribuye en campos bajos con períodos de anegamiento. Floración estival.

3. *Paspalum nicorae* Parodi

Formas articuladas (Figs. 1 y 2)

Elementos subepidérmicos raros, en elementos redondeados asociados en número de hasta 5 - 8 con células epidérmicas, tanto largas como cortas. *Elementos buliformes* frecuentes, de formas poliédricas, alargadas o más o menos cúbicas o en abanicos, en la mayoría de los casos asociados entre sí. *Células largas* muy frecuentes, de paredes anticlinales longitudinales lisas u onduladas y menos frecuentemente en "Ω", articuladas entre sí, con células cortas y aparatos estomáticos. *Células cortas* muy frecuentes, principalmente de las formas costales tales como células halteriformes de centro corto o largo y final convexo o recto, o rectangulares de lados algo ondulados; con menor frecuencia se observan células cortas relativamente largas y angostas y en cruz gruesa, ambas de los tipos intercostales, articuladas entre sí o con células largas de paredes onduladas o en "Ω". *Aguijones* raros, los observados son aguijones robustos del tipo de los marginales, asociados con células largas de paredes gruesas y células cortas. *Aparatos estomáticos* frecuentes, con sus células componentes enteras o fragmentadas, aislados o asociados principalmente a células largas.

Fitólitos no identificados: Se han encontrado formas redondeadas de difícil identificación, con elementos de paredes gruesas y lumen vacío. También dentro de este apartado figuran elementos alargados de formas variadas que pueden tener o bien perforaciones ordenadas en varias hileras o engrosamientos en forma circular o espiralada, los cuales pueden ser interpretados como elementos del sistema vascular (Fig. 1 D).

Formas aisladas (Figs. 3, 4, 5 y 6)

Clase Pooide: rectangulares y trapezoidales escasos.

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

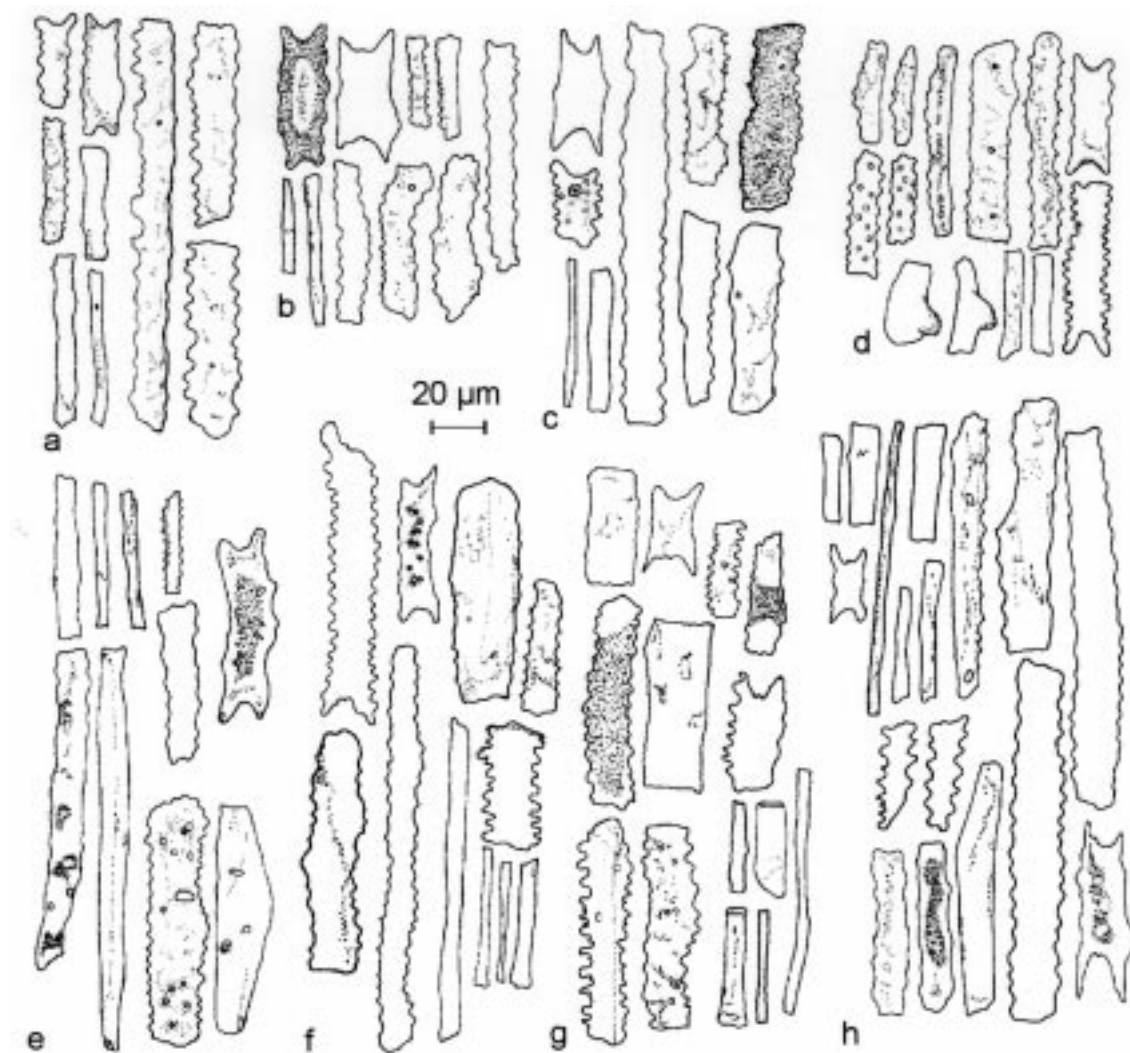


Fig. 4.- Formas aisladas. Fitolitos elongados lisos, sinuosos, espinosos, espinosos con piso y de final cóncavo. Referencias: a, *Paspalum dilatatum*; b, *Paspalum lividum*; c, *Paspalum nicorae*; d, *Paspalum notatum*; e, *Paspalum plicatulum*; f, *Paspalum sauræ*; g, *Paspalum unispicatum*; h, *Paspalum urvillei*.

Clase Elongados: lisos y sinuosos frecuentes, de tamaño variado; espinosos escasos; con final cóncavo frecuentes.

Clase en Abanicos y Poliédricos: en abanicos lisos frecuentes, de forma y tamaño variado; en abanicos crenados escasos; poliédricos lisos y crenados escasos.

Clase Aguzados: ápices de formas aguzadas escasos; porciones medias de pelos frecuentes, de variados diámetros; ganchos y agujones raros; pelos enteros escasos, principalmente cortos; formas triangulares frecuentes, por lo general pequeñas.

Fitolitos no identificados: espacios intercelulares raros, delgados con formas caprichosas. Elementos elongados de bordes espinosos y paredes tapizadas de perforaciones dispuestas en un número variable de hileras, que al igual que los descriptos en las formas articuladas pueden ser interpretados como elementos del sistema vascular (Fig. 3 A).

Definición de la asociación fitolítica de la especie

En esta asociación se presentan en forma muy frecuentes las células largas y cortas articuladas, los fitolitos halteriformes de centro cóncavo y final

convexo, y de centro largo y final convexo; y en menor frecuencia los elementos buliformes y aparatos estomáticos dentro de las formas articuladas, como así también los fitólitos halteriformes de centro corto y final convexo, los elongados lisos, sinuosos y de final cóncavo, las porciones medias de pelos y las formas triangulares.

Se encuentran ausentes los ganchos y pelos asociados, y los fitólitos en luna creciente, circulares, redondeados, elípticos, crenados y oblongos, de doble contorno, los de la clase chloridoide, en cruz delgada, halteriformes complejos e irregulares y crenados, los elongados espinosos con piso y en abanicos y poliédricos con piso.

Observaciones: en las células largas se ha encontrado con menor frecuencia la presencia de células largas de paredes anticlinales longitudinales lisas y sección media algo abultada, las cuales pueden ser identificadas como células largas que han sido observadas en la cara adaxial de la hoja (Zucol, 1996b).

Dentro de los fitólitos rectangulares se han hallado tamaños muy pequeños similares a los tamaños de los fitólitos trapezoidales, y otros cuyos tamaños son mayores y poseen bordes algo ondulados.

Material examinado

ARGENTINA. **Entre Ríos.** Dpto. Concordia: Campos de la ruta desde Concordia a Salto, 22-IX-92, *Zucol 117* (SI); Punta Viracho, Concordia, 20-I-92, *Zucol 73* (SI); Las Palmeras, Concordia, 21-I-92, *Zucol 109* (SI); 21-I-92, *Zucol 110* (SI). Dpto. Colón: Balneario de Villa Elisa, Arroyo Perucho Verne, 16-I-92, *Zucol 70* (SI); 16-I-92, *Zucol 111* (SI); Liebig, 15-I-92, *Zucol 102* (SI). Dpto. Gualeguay: Campos bajos y media loma de las cercanías del Río Gualeguay, 9-I-93, *Zucol 114* (SI); 9-I-93, *Zucol 115* (SI). **Santa Fe.** Dpto. 9 de Julio: 3-XII-81, *Lewis 1302* (SI).

Especie perenne, con rizomas viajeros arqueados, de 20 - 70 cm de altura; en Entre Ríos abunda en suelos arenosos y húmedos.

4. *Paspalum notatum* Flügge

Formas articuladas (Figs. 1 y 2)

Elementos subepidérmicos escasos, redondeados, de tamaño variable, asociados entre sí o con células largas y cortas. *Elementos buliformes* raros, en abanicos lisos o poliédricos lisos o crenados, de escaso tamaño, asociados entre sí exclusivamente.

Células largas muy frecuentes, con células de lados paralelos o bien con sección media algo abultada, de paredes anticlinales longitudinales lisas, onduladas o sinuosas en "Ω", papilosas o sin papilas; articuladas a células cortas, ganchos, aguijones, bases de pelos multicelulares, aparatos estomáticos, elementos subepidérmicos o entre sí exclusivamente. *Células cortas* muy frecuentes, principalmente en los tipos morfológicos halteriformes y en menor frecuencia rectangulares, trapezoidales u oblongas; articuladas principalmente a células largas de los diferentes tipos -salvo las papilosas- o en largas hileras de células cortas. *Aguijones* escasos, en su mayoría de paredes robustas y barba corta como los observados en el sector marginal de las hojas; asociados a células largas. *Ganchos* escasos, de superficie basal isodiamétrica y barba ligeramente superior al diámetro basal; asociados principalmente a células largas. *Pelos*: raros, pequeños, asociados a células largas articuladas, también a ganchos. *Aparatos estomáticos* escasos, enteros, asociados a células largas de paredes onduladas o sinuosas en "Ω".

Fitólitos no identificados: se han observado fitólitos asociados elongados con engrosamientos dispuestos espiraladamente y en otros casos con perforaciones dispuestas en varias hileras longitudinales, los cuales pueden ser interpretados como elementos del sistema vascular. Dentro de las formas articuladas no identificadas deben señalarse la presencia de elementos cónicos asociados entre sí en hileras de número de componentes variables (Fig. 1 D).

Formas aisladas (Figs. 3, 4, 5 y 6)

Clase Pooide: rectangulares escasos, delgados y largos o cortos y anchos; crenados y oblongos y de doble contorno raros; trapezoidales frecuentes, de tamaño y forma variada, aristas aguzadas.

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



Fig. 5.- Formas aisladas. A: fitolitos en abanicos lisos, crenados y con piso. B: fitolitos poliédricos lisos, crenados y con piso. Referencias: a, *Paspalum dilatatum*; b, *Paspalum lividum*; c, *Paspalum nicorae*; d, *Paspalum notatum*; e, *Paspalum plicatulum*; f, *Paspalum sauriae*; g, *Paspalum unispicatum*; h, *Paspalum urvillei*.

Clase Elongados: lisos muy frecuentes; espinosos frecuentes; sinuosos y con final cóncavo escasos.

Clase en Abanicos y Poliédricos: en abanicos lisos escasos, pequeños; poliédricos lisos escasos, de mayor tamaño que los fitolitos en abanicos; poliédricos crenados raros.

Clase Aguzados: ápices de formas aguzadas raros; aguijones y ganchos escasos, aguijones de paredes delgadas o robustas y barba de largo variable, ganchos de superficie basal isodiamétrica y

barba delgada cuya longitud es igual o menor al diámetro basal; formas triangulares muy frecuentes, de tamaño y forma variable.

Fitolitos no identificados: espacios intercelulares raros, se presentan como límites entre células que se conservan en forma parcial y no permiten reconocer el tipo de célula en donde se originaron. Con escasa frecuencia se han observado fitolitos provenientes de la silicificación de células subsidiarias, las cuales si bien han sido identificadas se las incluye en este apartado por no corresponderse con las clases morfológicas de Twiss (1992) (Fig. 3 A).

Definición de la asociación fitolítica de la especie

Asociación con elevada frecuencia de células largas y cortas dentro de las formas articuladas, de fitólitos halteriformes de centro corto y final convexo y de centro espinoso, los elongados lisos y las formas triangulares; en menor frecuencia definen también esta asociación los fitólitos trapezoidales, halteriformes de centro cóncavo y largo y final convexo y los elongados espinosos.

En esta asociación están ausentes los fitólitos en luna creciente, circulares, redondeados y elípticos, las formas de la clase chloridoide, en cruz delgada, halteriformes crenados, elongados con piso, en abanicos crenados y con piso, poliédricos con piso, porciones medias y pelos enteros aislados.

Observaciones: las células largas papilosas poseen paredes lisas y se las encuentra en su mayoría articuladas entre sí exclusivamente, con una estructura y forma de asociación características de las células largas de la superficie foliar adaxial. Los fitólitos cónicos asociados en hileras deben ser tomados con cierta reserva, ya que son muy similares a los observados en las epidermis de antecios, por lo cual y teniendo en cuenta su baja frecuencia, estos pueden provenir de la "contaminación" de las muestras foliares.

Dentro de la Clase elongados lisos se observaron fitólitos elongados lisos que posee una proyección lateral (Fig. 4) y cuyo tipo morfológico se corresponde al submorfortipo *Nasoprismatolita* creado en su clasificación por Bertoldi de Pomar (1971). Estos provienen de la silicificación de células largas adaxiales de paredes lisas y la proyección lateral es la papila superficial de dichas células.

Material examinado

ARGENTINA. **Entre Ríos.** Dpto. Paraná: Ruta 18 a la altura de El Ramblón, 11-I-93, *Zucol 610* (SI); Ruta 18, 11-I-93, *Zucol 622* (SI); Ruta 12 cercanías de Paraná, 11-I-93, *Zucol 627* (SI). Dpto. Colón: Cantera Salvis, San José, Colón, 14-I-92, *Zucol 78* (SI); Balneario Villa Elisa, Arroyo Perucho Verne, 16-I-92, *Zucol 105* (SI); Liebig, 13-I-93, *Zucol 614* (SI). Dpto. Rosario del Tala: Ruta 12, Gobernador Solá, 12-I-93, *Zucol 612* (SI). Dpto. Victoria: Rincón de Nogoyá, 9-I-93, *Zucol 625* (SI); Laguna del Pescado, 9-I-93, *Zucol 611* (SI). Dpto. Gualeguay: Rincón de Nogoyá Sur, 9-I-93, *Zucol 609* (SI). Dpto. Gualeguaychú: Norte del Ñandubaysal, 10-I-92, *Zucol 67* (SI).

Especie perenne, de rizomas superficiales rastreos breves, de 25-50 cm de altura; en Entre Ríos forma parte de las pasturas naturales de suelos fértiles y condiciones de humedad favorables. Floración estival.

5. *Paspalum plicatulum* Michx.

Formas articuladas (Figs. 1 y 2)

Elementos subepidérmicos escasos, de forma redondeada, asociados entre sí o en grupos que se asocian a células largas epidérmicas. *Elementos buliformes* frecuentes, de formas poliédricas o en abanicos, asociados entre sí o con células largas epidérmicas. *Células largas* muy frecuentes, de paredes anticlinales longitudinales lisas, irregularmente onduladas o sinuosas en "Ω", de dimensiones muy variables, articuladas entre sí y con células cortas, elementos subepidérmicos, elementos buliformes, bases de pelos, aguijones y aparatos estomáticos. *Células cortas* muy frecuentes, halteriformes o rectangulares, articuladas en largas hileras de células cortas exclusivamente o con células largas. *Aguijones* escasos, de paredes gruesas y barba de largo variable, asociados a células largas. *Pelos:* raros, se han hallado bases de pelos multicelulares asociados a fragmentos de epidermis con células largas y cortas. *Aparatos estomáticos* frecuentes, de células componentes enteras, en unidades aisladas o articuladas a células largas.

Fitólitos no identificados: se han hallado formas redondeadas que por sus características podrían ser incluidas dentro de los elementos buliformes pero que se las ha interpretado como intermedias entre los elementos buliformes y los subepidérmicos, sin haber entrado en mayor detalle debido a su escasa frecuencia relativa (Fig. 1D).

Formas aisladas (Figs. 3, 4, 5 y 6)

Clase Pooide: rectangulares escasos, de tamaño variable; redondeados raros; trapezoidales frecuentes.

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

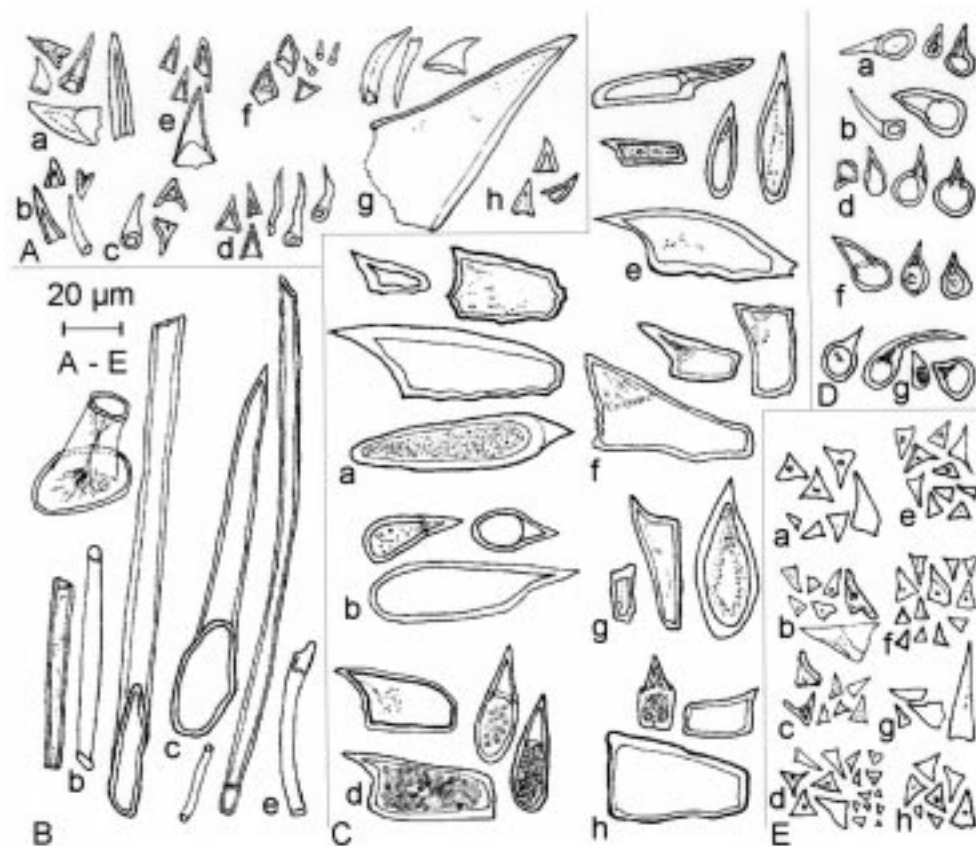


Fig. 6.- Formas aisladas. A: fitolitos de ápices de formas aguzadas. B: fitolitos de porciones medias de pelos. C: fitolitos de agujones enteros aislados. D: fitolitos de ganchos enteros aislados. E: fitolitos de formas triangulares. Referencias: a, *Paspalum dilatatum*; b, *Paspalum lividum*; c, *Paspalum nicorae*; d, *Paspalum notatum*; e, *Paspalum plicatulum*; f, *Paspalum sauriae*; g, *Paspalum unispicatum*; h, *Paspalum urvillei*.

Clase Elongados: lisos muy frecuentes, de diferentes tamaños y formas, de sección media abultada o no; sinuosos escasos; espinosos raros; con final cóncavo escasos.

Clase en Abanicos y Poliédricos: en abanicos lisos frecuentes, en general largos; en abanicos crenados raros; poliédricos lisos frecuentes de tamaño variado; poliédricos crenados raros, de formas más irregulares que los lisos.

Clase Aguzados: ápices de formas aguzadas escasos; porciones medias de pelos raros, de escaso diámetro; ganchos raros, de barba corta y aguda; agujones raros, de paredes gruesas y largo de barba variable; formas triangulares muy frecuentes.

Fitolitos no identificados: espacios intercelulares raros, de forma lineal o laminar. Se han obser-

vado elementos cilíndricos de paredes perforadas que pueden haber sido originados en los tejidos vasculares, pero que ha sido imposible su fehaciente identificación (Fig. 3 A).

Definición de la asociación fitolítica de la especie

En la asociación fitolítica de esta especie son muy frecuentes las células largas y cortas articuladas, los fitolitos halteriformes de centro largo y final convexo, los elongados lisos y las formas triangulares; mientras que son frecuentes los elementos buliformes y aparatos estomáticos dentro de las formas articuladas y los fitolitos trapezoidales, en cruz gruesa, halteriformes de centro cóncavo y corto y final convexo y recto, como así también los abanicos y poliédricos lisos.

Se encuentran ausentes los ganchos asociados, los fitólitos en luna creciente, circulares, elípticos, crenados y oblongos, de doble contorno, las formas de la clase chloridoide, halteriformes de centro espinoso y crenados, elongados espinosos con piso, en abanicos y poliédricos con piso y pelos enteros.

Observaciones: entre las células largas se han podido diferenciar las células de paredes lisas y de sección media abultada que se corresponden con las células largas intercostales adaxiales, y las células largas rectangulares de paredes lisas u onduladas, que se corresponden a las células largas de la epidermis abaxial y a las células largas costales de la epidermis adaxial en algunos casos, según lo observado en el estudio epidérmico de esta especie (Zucol, 1996 b).

Las formas redondeadas halladas provienen en su mayoría de células cortas halteriformes que han sido fragmentadas o que se han silicificado parcialmente (Fig. 3 B).

Esta especie ha sido analizada fitolíticamente con anterioridad por Sendulsky & Labouriau (1966); las formas descriptas por estos autores se encuentran en plena coincidencia con la definición de la asociación fitolítica realizada en el párrafo anterior.

Material examinado

ARGENTINA. **Entre Ríos.** Dpto. Federación: Santa Ana, 23-IX-92, *Zucol 145* (SI); 19-IX-92, *Zucol 148* (SI); Villa del Rosario, 19-IX-92, *Zucol 151* (SI); Ruta entre Chajarí y Villa del Rosario, 19-IX-92, *Zucol 144* (SI). Dpto. Concordia: Campos previos a Puerto Yerúa, 22-IX-92, *Zucol 139* (SI); 22-IX-92, *Zucol 142* (SI); 18-IX-92, *Zucol 150* (SI). Dpto. Villaguay: Ruta 18 en las cercanías de Villaguay, 23-IX-92, *Zucol 140* (SI). Dpto. Colón: Ruta 14, San José, 9-X-90, *Zucol 68* (SI); Cantera Salvia, San José, 14-I-92, *Zucol 79* (SI); Ruta 14, entrada a San José, 23-IX-92, *Zucol 143* (SI); Colón, 28-IX-92, *Zucol 146* (SI). Dpto. Gualeguay: Ruta 12, en inmediaciones de Gualeguay, 24-IX-92, *Zucol 141* (SI). Dpto. Gualeguaychú: norte del Ñandubaysal, 10-I-92, *Zucol 27* (SI); Camino a Puerto Unzué, 25-IX-92, *Zucol 178* (SI).

Especie perenne, cespitosa, herbácea, en densas matas erectas, de 40-100 cm de altura; en la provincia de Entre Ríos se la ha observado en distintos tipos de suelos de media lomas y lomas.

6. *Paspalum sauræ* (Parodi) Parodi

Formas articuladas (Figs. 1 y 2)

Elementos subepidérmicos escasos, redondeados, asociados entre sí o con fragmentos epidérmicos. *Elementos buliformes* escasos, poliédricos o en abanicos, pequeños, asociados entre sí exclusivamente. *Células largas* muy frecuentes, de paredes lisas, onduladas o sinuosas, de tamaño muy variable, articuladas entre sí o con células cortas, aparatos estomáticos, ganchos, agujones y/o elementos subepidérmicos. *Células cortas* muy frecuentes, solitarias, articuladas en grupos de dos células o en largas hileras; rectangulares, trapezoidales, en cruz gruesa o halteriformes, articuladas entre sí o con células largas. *Agujones* escasos, robustos, principalmente marginales, asociados a células largas. *Ganchos* escasos, de superficie basal isodiamétrica y barba de longitud variable, asociados principalmente a células largas. *Aparatos estomáticos* muy frecuentes, de células enteras, en aparatos aislados o asociados a células largas o cortas, con todos sus elementos o solo algunos de ellos.

Fitólitos no identificados: se han observado elementos de paredes gruesas y forma más o menos poliédrica, que podrían asignarse a bases algo diferenciadas de pelos unicelulares. Existen elementos poliédricos pequeños asociados entre sí o con elementos subepidérmicos redondeados (Fig. 1 D).

Formas aisladas (Figs. 3, 4, 5 y 6)

Clase Pooide: rectangulares escasos, de tamaño variable y bordes lisos; trapezoidales frecuentes, regulares o irregulares, de tamaño variable.

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

Clase Elongados: lisos muy frecuentes, en general largos; sinuosos frecuentes, de tamaño variable; espinosos y de final cóncavo escasos.

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

Clase Aguzados: ápices de formas aguzadas frecuentes, en formas cónicas pequeñas o fragmentos de barbas de mayor tamaño; porciones medias de pelos raros; ganchos escasos, de superficie basal isodiamétrica y barba de longitud variable; aguijones escasos, de paredes robustas y longitud de barba variable; formas triangulares muy frecuentes de formas variadas.

Fitolitos no identificados: espacios intercelulares raros, delgados. Es rara la aparición de fitolitos cónicos truncados que no han podido ser identificados según su origen. Suelen aparecer elementos aislados de aparatos estomáticos, tanto células oclusivas como subsidiarias (Fig. 3 A).

Definición de la asociación fitolítica de la especie

Dentro de las formas articuladas muy frecuentes de la asociación se encuentran las células largas y cortas, como así también los aparatos estomáticos; mientras que dentro de las formas aisladas son muy frecuentes los fitolitos halteriformes de centro corto y largo y final convexo, los elongados y en abanicos lisos y las formas triangulares. En forma frecuente definen también esta asociación los fitolitos trapezoidales, halteriformes de centro corto y final recto y de centro nodular, elongados sinuosos y ápices de formas aguzadas.

Están ausentes los pelos tanto asociados como aislados, los fitolitos en luna creciente, circulares, redondeados, elípticos, crenados y oblongos, de doble contorno, los fitolitos de la clase chloridoide, en cruz delgada, los elongados espinosos con piso, en abanicos crenados y con piso y los poliédricos crenados.

Observaciones: entre las células largas las de paredes lisas se encuentran solamente en los fragmentos epidérmicos adaxiales, mientras que las de paredes onduladas o sinuosas pueden provenir de zonas costales adaxiales o bien de epidermis abaxiales.

Dentro de los fitolitos en abanicos y poliédricos se presentan tamaños y formas muy variables, en

especial los abanicos lisos y poliédricos con piso los cuales varían dado sus distintos orígenes. En los fitolitos de ganchos y aguijones de la Clase aguzados es frecuente observar la ausencia de la célula de caja donde se formó el fitolito, que si bien no poseen la típica forma de lágrima [como las observadas en *Stipa filiculmis* y *S. trichotoma* (Zucol, 1996a)] poseen el contorno de estos elementos.

Material examinado

ARGENTINA. **Entre Ríos.** Dpto. Concordia: Punta Viracho, Concordia, 20-I-92, Zucol 74 (SI); Las Palmeras, Concordia, 21-I-92, Zucol 108 (SI). Dpto. Victoria: Victoria, 19-XII-48, Burkart 17704 (SI); Isla del Francés, frente a Rosario, 15-XII-37, Burkart 8874 (SI). Dpto. Gualeguay: Campos bajos del Arroyo Clé, 20-XII-48, Burkart 17754 (SI); Cabecera del Arroyo Clé, 20-XII-48, Burkart 17732 (SI); Ruta 11, cercanías del Arroyo Clé, 8-I-93, Zucol 462 (SI); 8-I-93, Zucol 463 (SI); 8-I-93, Zucol 464 (SI); Rincón de Nogoyá Sur, 8-I-93, Zucol 465 (SI). Dpto. Gualeguaychú: Nancay a Perdices, 20-XII-48, Burkart 24074 (SI).

Especie perenne, rizomatosa, de 25-65 cm de altura, en Entre Ríos se la ha hallado en pasturas naturales, preferentemente en suelos húmedos y algo arenosos. Floración primaveral-estival.

7. *Paspalum unispicatum* (Scribn. & Merr.) Nash

Formas articuladas (Figs. 1 y 2)

Elementos subepidérmicos escasos, redondeados, asociados entre sí o con células largas y cortas. *Elementos buliformes* frecuentes, en forma de abanicos o poliédricos, de gran tamaño, asociados entre sí, con células largas y ganchos. *Células largas* muy frecuentes, se han encontrado dos tipos de células: las de sección transversal delgada y lados anticlinales longitudinales paralelos, con paredes sinuosas a algo onduladas y las de sección transversal delgada y sección media abultada, en algunos casos con una papila grande en superficie, con paredes lisas; articuladas entre sí exclusivamente (en ambos tipos) o con células cortas, ganchos, aguijones, pelos, aparatos estomáticos, elementos subepidérmicos y buliformes. *Células cortas* muy frecuentes, largas y angostas, rectangulares, trapezoidales o halteriformes de centro y extremo variable; articuladas a células largas y por medio de éstas a ganchos, aguijones, pelos, aparatos estomáticos y elementos subepidérmicos. *Aguijones* escasos, robustos de barba larga o de paredes

más delgadas y barba corta; asociados a células largas y cortas. *Ganchos* escasos, de superficie basal isodiamétrica y barba corta; asociados a células largas y cortas. *Pelos*: raros, bicelulares, de célula basal algo abultada y distal aguzada; asociados a células largas y cortas. *Aparatos estomáticos* frecuentes, en aparatos enteros y menos frecuentemente fragmentados, se han observado también pares de células oclusivas aisladas; se asocian en aparatos aislados o con células largas, cortas, ganchos y pelos.

Fitólitos no identificados: fitólitos de formas rectangulares a irregulares asociados por sus extremos, que podrían originarse por hileras de células cortas retorcidas, por lo cual se presentan en distintas vistas. Elementos elongados asociados por sus extremos, en cuya superficie se encuentran hileras de perforaciones (Fig. 1D).

Formas aisladas (Figs. 3, 4, 5 y 6)

Clase Pooide: rectangulares y trapezoidales escasos, pequeños, de formas variadas.

Clase Panicoide: halteriformes de centro corto y largo y extremos convexos o rectos escasos; de centro nodular escasos, de centro espinoso raros; halteriformes complejos y regulares y crenados escasos.

Clase Elongados: lisos frecuentes, pequeños o muy largos; sinuosos y espinosos escasos de tamaño variado; de final cóncavo raros.

Clase en Abanicos y Poliédricos: en abanicos lisos frecuentes que en algunos casos son casi rectangulares; en abanicos crenados escasos, más pequeños que los lisos; poliédricos lisos frecuentes de tamaño muy variado; poliédricos crenados escasos; poliédricos con piso raros.

Clase Aguzados: ápices de formas aguzadas frecuentes de forma y tamaño variado; porciones medias de pelos raros; ganchos escasos, similares a los descriptos para las formas articuladas; aguijones escasos, de distinto tamaño y barba; pelos raros; formas triangulares frecuentes.

Fitólitos no identificados: espacios intercelulares escasos, copiando las paredes de células poliédricas en la mayoría de los casos. Elementos

elongados de paredes gruesas y de superficie y extremos perforados, que pueden tener un origen vascular. Se han encontrado fitólitos que poseen la típica morfología de las células subsidiarias, y que se han incluido en este apartado por no estar contempladas en las clases morfológicas anteriormente descriptas (Fig. 3 A).

Definición de la asociación fitolítica de la especie

Esta asociación se caracteriza por la presencia en forma muy frecuente de células largas y cortas articuladas; y en forma frecuente de elementos buliformes y aparatos estomáticos dentro de las formas articuladas, como así también de fitólitos elongados lisos, en abanicos y poliédricos lisos, las porciones medias de pelos y formas triangulares.

La ausencia de fitólitos en luna creciente, circulares, redondeados, elípticos, crenados y oblongos, de doble contorno, los de la clase chloridoide, en cruz gruesa y delgada, halteriformes de centro cóncavo y final convexo, halteriformes complejos e irregular, elongados espinosos con piso y en abanicos con piso caracteriza también esta asociación.

Observaciones: las células largas articuladas del primer tipo descripto han sido identificadas como células largas abaxiales y en ciertos casos costales adaxiales, mientras que las del segundo tipo se originan en las células largas intercostales de la superficie adaxial. Se han observado ganchos de superficie basal isodiamétrica y barba muy corta que en algunos casos era redondeada, las cuales pueden haberse originado por fractura de la barba o por un parcial desarrollo de la misma.

Dentro de los fitólitos poliédricos se observan elementos cuyas paredes poseen proyecciones que muestran en forma parcial el contacto que ha tenido esa célula con las células adyacentes (Fig. 5B).

Material examinado

ARGENTINA. **Entre Ríos**. Dpto. Colón: Liebig, 13-I-93, *Zucol* 583 (SI); San José, 13-I-93, *Zucol* 585 (SI); 13-I-93, *Zucol* 586 (SI). Dpto. Gualeguay: Ruta 11, Rincón de Nogoyá Sur, 9-I-93, *Zucol* 584 (SI). Dpto. Victoria: Ruta 11, Rincón de Nogoyá, 9-I-93, *Zucol* 580 (SI); 9-I-93, *Zucol* 581 (SI); 9-I-93, *Zucol* 582 (SI); Laguna del Pescado, 9-I-93, *Zucol* 587 (SI); 9-I-93, *Zucol* 588 (SI); 9-I-93, *Zucol* 589 (SI).

Especie perenne, herbácea, rizomatosa, de 30-60 cm de altura; en Entre Ríos fue hallada principalmente en la pradera occidental, si bien en forma rara también fue hallada en el Departamento Colón, preferentemente en terrenos altos. Floración estival.

8. *Paspalum urvillei* Steud.

Formas articuladas (Figs. 1 y 2)

Elementos subepidérmicos escasos, redondeados, pequeños, asociados entre sí en número de 3 - 8 elementos o con elementos buliformes. *Elementos buliformes* escasos, de gran tamaño y contorno ondulado o con proyecciones, asociados principalmente entre sí y en menor frecuencia con células largas y elementos subepidérmicos. *Células largas* muy frecuentes, de paredes anticlinales longitudinales onduladas o sinuosas y en menor frecuencia lisas; articuladas entre sí exclusivamente o con células cortas, elementos buliformes, ganchos, aguijones y aparatos estomáticos. *Células cortas* muy frecuentes, largas y angostas o halteriformes de centro cóncavo y final convexo en forma solitarias o menos frecuentemente articuladas en pares de células, o bien en largas hileras de células halteriformes y rectangulares; articuladas entre sí en hileras de varias células o con células largas y por medio de éstas con ganchos y aparatos estomáticos. *Aguijones* escasos, de paredes gruesas y barba corta tales como los tipos de aguijones marginales; asociados a células largas de paredes gruesas y lisas en sus extremos y a células largas de paredes delgadas lisas u onduladas a sus lados. *Ganchos* escasos, de superficie basal isodiamétrica y barba corta; asociados a células largas y cortas. *Aparatos estomáticos* escasos, en elementos enteros o fragmentados; asociados en elementos aislados o más frecuentemente a células largas.

Fitolitos no identificados: se han encontrado fitolitos poliédricos pequeños asociados en número de 3-6 elementos, que no han podido ser identificados (Fig. 1 D).

Formas aisladas (Figs. 3, 4, 5 y 6)

Clase Pooide: rectangulares y trapecoidales escasos.

Clase Panicoide: en cruz gruesa frecuentes, de tamaño y centro variable; halteriformes de centro

cóncavo, corto o largo y final convexo o recto frecuentes; de centro nodular frecuentes; halteriformes de centro espinoso, complejos regulares e irregulares raros.

Clase Elongados: lisos frecuentes, de menor tamaño que los sinuosos y espinosos; sinuosos, espinosos y con final cóncavo escasos.

Clase en Abanicos y Poliédricos: en abanicos lisos frecuentes, en la forma típica, pequeños o alargados, delgados y de mayor tamaño; poliédricos lisos escasos, grandes; poliédricos crenados raros.

Clase Aguzados: ápices escasos, pequeños y aguzados; porciones medias de pelos raros; aguijones escasos, de paredes gruesas, marginales; formas triangulares frecuentes, de muy variado tamaño.

Fitolitos no identificados: espacios intercelulares escasos, formados por proyecciones laminares que permiten identificar fragmentos de las células adyacentes. Se han observado elementos aguzados de superficie basal pequeña en comparación con los aguijones ya descritos y frecuencia rara, que no han podido ser asignados como ganchos. Se han encontrado también, fitolitos que poseen la típica forma de las células subsidiarias (Fig. 3 A).

Definición de la asociación fitolítica de la especie

Asociación con elevada frecuencia de células largas y cortas articuladas, y en forma frecuente fitolitos en cruz gruesa, halteriformes de centro cóncavo, corto y largo y final convexo o recto como así también halteriformes de centro nodular, elongados lisos, en abanicos lisos y formas triangulares.

Se encuentran ausentes los pelos asociados o aislados, fitolitos en luna creciente, circulares, redondeados, elípticos, crenados y oblongos, de doble contorno, los fitolitos de la clase chloridoide, en cruz delgada, halteriformes crenados, elongados espinosos con piso, en abanicos crenados y con piso, poliédricos con piso y ganchos aislados.

Observaciones: dentro de las células cortas descriptas las solitarias o articuladas en pares de células se corresponden con las células cortas intercostales, mientras que las articuladas en hileras se corresponden a las células cortas costales de las epidermis.

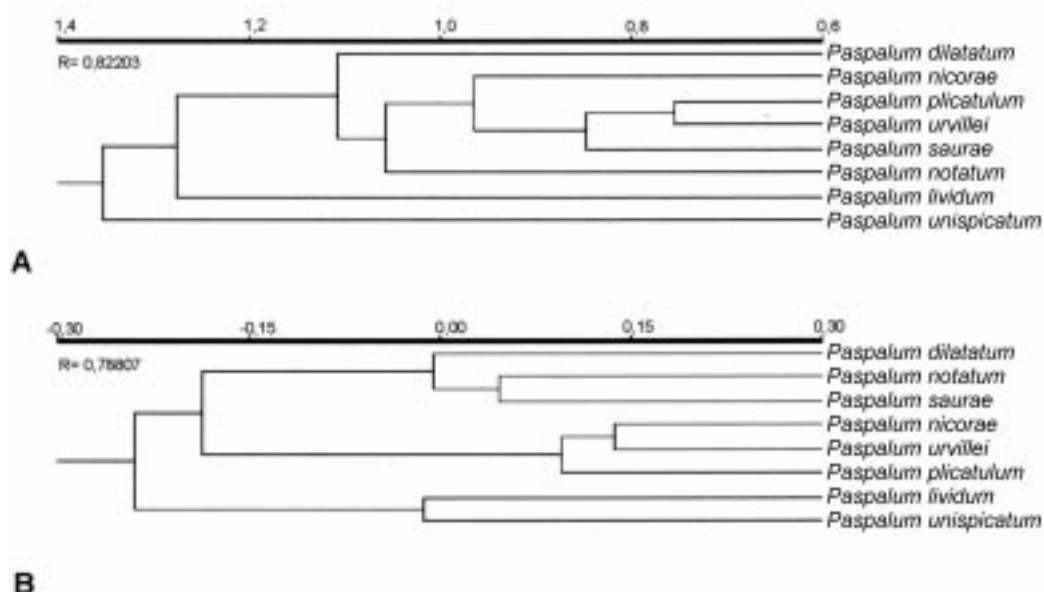


Fig. 7.- A-B. Fenograma de las relaciones entre las asociaciones fitolíticas mediante análisis de agrupamiento (UPGMA). A: fenograma de distancia (Manhattan distance), coeficiente de correlación cofenética $r = 0,82203$. B: fenograma de correlación (coeficiente de correlación de momento - producto de Pearson), coeficiente de correlación cofenética $r = 0,78807$.

Se han hallado fitólitos en forma intermedia entre abanicos y poliédricos con piso que no se han incluido dentro de esta clase dada su baja frecuencia y su difícil asignación. Se han observado fitólitos algo redondeados en muy baja frecuencia cuyo origen es la fragmentación de fitólitos halteriformes.

Material examinado

ARGENTINA. **Entre Ríos.** Dpto. Concordia: Las Palmeras, Concordia, 21-I-92, Zucol 77 (SI); Punta Viracho, Concordia, 20-I-92, Zucol 80 (SI). Dpto. Paraná: Alrededores de Paraná, 11-I-93, Zucol 503 (SI); Ruta 18, a la altura de Quebracho, 11-I-93, Zucol 511 (SI); 11-I-93, Zucol 512 (SI). Dpto. Colón: Ruta 131 antes de llegar al Balneario de San José, 15-I-92, Zucol 82 (SI); San José, 22-IX-92, Zucol 240 (SI); 13-I-93, Zucol 518 (SI); Liebig, 13-I-93, Zucol 631 (SI). Dpto. Victoria: Rincón de Nogoyá, 9-I-93, Zucol 534 (SI).

Especie perenne, cespitosa, erecta, de 1,0-2,5 m de altura, en Entre Ríos se la ha observado en toda la provincia en campos bajos, bañados y zonas costeras de ríos y arroyos.

ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTO Y DE COMPONENTES PRINCIPALES

Por medio del análisis de agrupamiento de los datos fitolíticos de las especies, se han construido dos fenogramas (Fig. 7); de ellos, la menor distorsión ($r = 0,82203$) se presentó en el fenograma de distancia (Fig. 7 A), mientras que el fenograma de correlación (Fig. 7 B) presentó una mayor distorsión ($r = 0,78807$).

En ambos las asociaciones fitolíticas de *P. unispicatum* y *P. lividum* se presentaron claramente diferenciadas de las restantes. Las seis asociaciones restantes se agruparon internamente en forma disímil en ambos fenogramas; en el fenograma de distancia se presentaron en forma bastante homogénea, mientras que en el de correlación las asociaciones fitolíticas de *P. dilatatum* + (*P. notatum* + *P. sauriae*) se presentaron en un subgrupo y las asociaciones fitolíticas de *P. plicatulum* + (*P. nicorae* + *P. urvillei*) en otro.

Por medio del análisis de componentes principales se han realizado los gráficos bi y tridimensionales (Figs. 8 y 9).

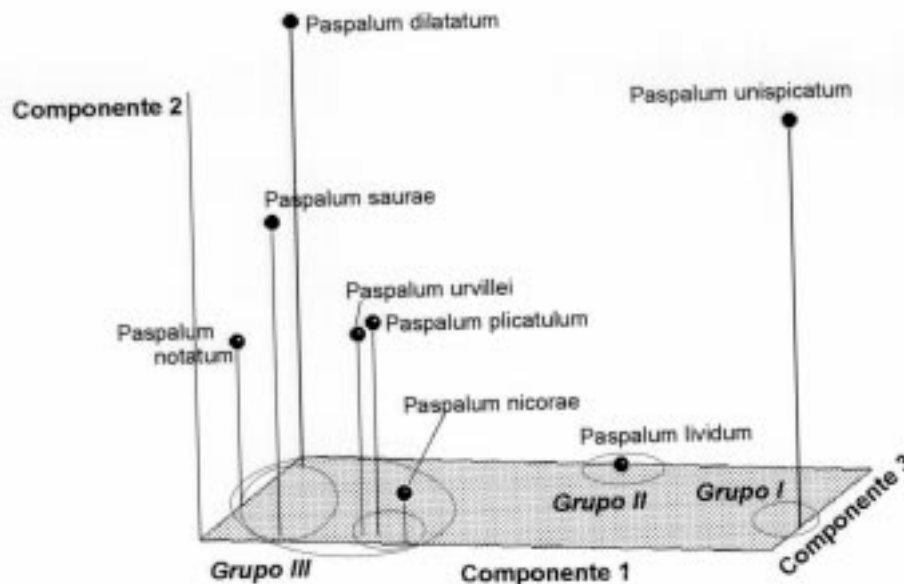


Fig. 8.- Análisis de componentes principales de las relaciones entre asociaciones fitolíticas, diagrama tridimensional de los componentes 1, 2 y 3 (83,0503% de la variación total). Los grupos I, II y III se detallan en el texto.

El componente 1 (36,6513 % de traza) separa claramente a las asociaciones fitolíticas de *P. unispicatum* y *P. lividum* de las restantes y entre ellas, como así también agrupa a *P. dilatatum*, *P. notatum* y *P. sauræ* y las separa de *P. nicoræ*, *P. plicatulum* y *P. urvillei*; los caracteres que contribuyen a este componente son el 2, 3, 7, 25, 31, 38, 40, 42, 46 y 49. El componente 2 (25,1961 % de traza) diferencia a *P. unispicatum* de *P. lividum* y a esta última asociación fitolítica de las restantes, como así también a la asociación fitolítica de *P. dilatatum* de las restantes asociaciones de su grupo; a este componente contribuyen los caracteres 8, 13, 22, 23, 24, 36, 43, 44, 45 y 47. El componente 3 (21,2029 % de traza) separa a la asociación fitolítica de *P. lividum* de las restantes, y la de *P. dilatatum* de las de *P. notatum*, *P. sauræ*, *P. nicoræ*, *P. plicatulum* y *P. urvillei*. Dentro de este último subgrupo, también diferencia la de *P. notatum* de las demás asociaciones y en segundo nivel la de *P. nicoræ* de las tres restantes; los caracteres que contribuyen a este componente son el 4, 5, 6, 12, 22, 23, 26, 30, 38 y 48.

En forma previa a estos análisis se eliminaron los caracteres que se comportaron en forma invariable en las 8 asociaciones fitolíticas (caracteres 10, 11, 14, 18, 19, 20, 35 y 39).

Por medio de los análisis realizados se obtuvo el siguiente agrupamiento:

Grupo I: formado por la asociación fitolítica de *P. unispicatum*.

Grupo II: formado por la asociación fitolítica de *P. lividum*.

Grupo III: formado por las asociaciones fitolíticas de [*P. dilatatum* + (*P. notatum* + *P. sauræ*)] + [*P. nicoræ* + (*P. plicatulum* + *P. urvillei*)].

A la separación de las asociaciones fitolíticas de *P. unispicatum* y *P. lividum* de las restantes y entre ellas, y al agrupamiento de los subgrupos del grupo II, contribuyen caracteres tales como los elementos buliformes asociados, las células largas articuladas, los pelos asociados, la frecuencia relativa de los fitolitos halteriformes de centro largo y final convexo, los halteriformes crenados, en abanicos crenados, poliédricos lisos y con piso, los agujones aislados y los espacios intercelulares.

A la diferenciación de *P. unispicatum* de *P. lividum* y a esta última de las restantes asociaciones fitolíticas, como así también a la diferenciación de la asociación fitolítica de *P. dilatatum* de las restantes asociaciones contribuyen caracteres como los apa-

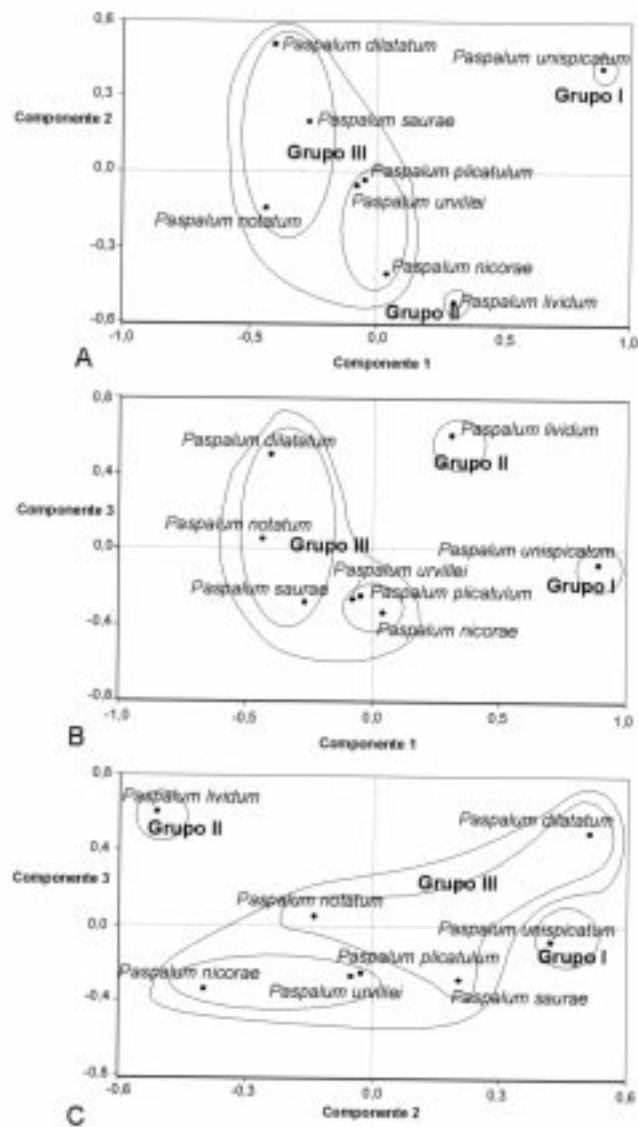


Fig. 9.- A-C. Análisis de componentes principales de las relaciones entre asociaciones fitolíticas. A: diagrama bidimensional de los componentes 1 y 2 (61,8474% de la variación total). B: diagrama bidimensional de los componentes 1 y 3 (57,8542% de la variación total). C: diagrama bidimensional de los componentes principales 2 y 3 (46,3990% de la variación total). Los grupos I, II y III se detallan en el texto.

ratos estomáticos, los fitólitos redondeados, en forma de cruz delgada, halteriformes de centro corto o cóncavo y final convexo, elongados con final cóncavo, porciones medias de pelos, ápices de formas aguzadas, pelos enteros aislados y ganchos aislados.

Mientras que a la separación de la asociación fitolítica de *P. lividum* de las restantes, y la de *P. dilatatum* de las de *P. notatum*, *P. sauriae*, *P.*

nicorae, *P. plicatulum* y *P. urvillei*, como así también a la de *P. notatum* de las demás integrantes del grupo y a la de *P. nicorae* de las tres restantes, contribuyen caracteres tales como las células cortas articuladas, los agujones y ganchos asociados y los fitólitos rectangulares, en forma de cruz delgada, halteriformes de centro cóncavo y final convexo, de centro corto y final recto y complejos e irregulares, en abanicos crenados y formas triangulares.

CONCLUSIÓN

Las asociaciones fitolíticas se encuentran dentro de la descripción tipo dada por Twiss (1992) para la Subfamilia Panicoideae, con fitolitos rectangulares, elongados de paredes lisas, sinuosas y crenadas, cruces y halteriformes de diferentes tipos, y baja frecuencia de fitolitos en la Clase Pooide.

En lo referente a la comparación con la clasificación infragenérica, los agrupamientos hallados para las asociaciones fitolíticas guardan relación con la sistemática dada por Chase (inéd.) para este género, con excepción del grupo Dilatata (*P. dilatatum* y *P. urvillei*), cuyos integrantes se han presentado asociados con el grupo Plicatula (*P. nicorae* y *P. plicatulum*), para el caso de *P. urvillei* y con el grupo Notata (*P. notatum* y *P. sauriae*), para el caso de *P. dilatatum*; los integrantes de los grupos Livida (*P. lividum*) y Decumbentes (*P. unispicatum*), se han presentado claramente separados de las restantes asociaciones y también diferenciados entre sí.

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a los Dres. A. E. Artabe, M. Brea, O. Morrone y F. Zuloaga por su apoyo en la realización de estos trabajos y por las sugerencias realizadas en la lectura crítica del manuscrito. Parte de este trabajo ha sido financiado con el proyecto PEI-CONICET N° 0113-98.

BIBLIOGRAFÍA

- Baker, G. 1961. Opal phytoliths and adventitious mineral particles in wheat dust. *Mineragraphic Invest. Techn.* 4 : 3-12.
- Bertoldi de Pomar, H. 1971. Ensayo de clasificación morfológica de silicofitolitos. *Ameghiniana* 8: 317-328.
- Chase, A. Inédito. *Paspalum of South America*. Manuscrito no publicado. Hitchcock and Chase Library, Botany Department, Smithsonian Inst., Washington D. C.
- Clifford, H. T. & Stephenson, W. 1975. *An introduction to numerical classification*. Academic Press, New York.

- Crisci, J. V. & López Armengol, M. F. 1983. *Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica*. OEA, Washington D.C.
- De Campos, A. C. & Labouriau, L. G. 1969. Corpos silicosos de Gramineas dos Cerrados. II. *Pesq. Agropecu. Brasil.*, 4: 143-151.
- Labouriau, L. G. 1983. Phytolith work in Brazil, A minireview. *The Phytolitharien Newsletters* 2: 6-11.
- Rohlf, F. J. 1992. *NTSYS-pc Numerical taxonomy and multivariate analysis system*. Versión 1.70. Exeter Software Publication, New York.
- Sendulsky, T. & Labouriau, L. G. 1966. Corpos silicosos de Gramineas dos Cerrados. I. *Anais Acad. Brasil. Ci.* 38 (supl.): 159-170.
- 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. & S. Mulholland (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. 1996 a. Microfitolitos de las Poaceae Argentinas: I. Microfitolitos foliares de algunas especies del género *Stipa* (Stipeae: Arundinoideae: Poaceae), en la provincia de Entre Ríos. *Darwiniana* 34: 157-172.
- . 1996b. Estudios morfológicos comparativos de especies de los géneros *Stipa*, *Panicum* y *Paspalum* (Poaceae) de la Provincia de Entre Ríos. Tesis Doctoral Fac. de Cs. Nat., Univ. Nac. de La Plata, 558 pp.
- . 1998. Microfitolitos de las Poaceae Argentinas: II. Microfitolitos foliares de algunas especies del género *Panicum* (Poaceae, Paniceae), en la provincia de Entre Ríos. *Darwiniana* 36: 29-50.

Original recibido el 10 de julio de 1998; aceptado el 18 de febrero de 2000.

Apéndice 1.- Elementos morfológicos.

FORMAS ARTICULADAS

1. Elementos subepidérmicos
2. Elementos buliformes
3. Células largas
4. Células cortas
5. Aguijones asociados
6. Ganchos asociados
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. dilatatum*. B: *P. lividum*. C: *P. nicorae*. D: *P. notatum*. E: *P. plicatulum*. F: *P. sauræ*. G: *P. unispicatum*. H: *P. urvillei*. La numeración de los caracteres corresponde a la de los elementos morfológicos del Apéndice 1. Los caracteres invariables 10, 11, 14, 18, 19, 20, 35 y 39 no fueron considerados en el tratamiento numérico.

OTU	A	B	C	D	E	F	G	H
Carácter								
1	1.55	1.51	0.34	1.91	1.66	2.26	1.45	1.47
2	1.76	7.57	3.16	0.82	4.98	2.26	5.61	2.65
3	8.18	13.26	10.44	9.53	9.97	9.05	12.06	11.79
4	12.17	13.63	9.81	9.53	8.30	7.92	8.11	10.32
5	3.54	2.65	0.31	1.36	1.66	1.81	1.66	2.06
6	2.43	0	0	1.36	0	1.13	2.28	1.77
7	0	0	0	0.27	0.33	0	0.41	0
8	2.87	1.13	3.79	2.72	3.65	5.65	6.65	2.95
9	1	1	2	1	1	1	3	3
10	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0
12	1.76	0.75	2.21	1.36	1.66	2.26	1.45	2.65
13	3.98	0.38	0	0	0.99	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0.27	0	0	0	0
16	0	0	0	0.54	0	0	0	0
17	4.20	0.75	1.58	5.45	3.98	3.16	2.28	1.77
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	1.55	1.13	2.53	1.36	3.98	0.9	0	4.13
22	0.66	1.51	0	0	0.66	0	0	0
23	0.22	0	6.33	4.08	4.98	2.26	0	4.42
24	2.87	4.92	4.74	6.81	4.98	5.65	3.53	4.42
25	6.86	1.55	7.28	5.45	6.64	5.65	2.08	5.89
26	2.87	1.89	2.85	1.91	2.99	4.52	2.91	4.42
27	9.95	4.92	1.58	6.81	1.66	3.39	1.45	5.89
28	1.33	0.75	0	0.82	0	2.26	0.62	0.88
29	2.21	1.51	0.63	2.72	0.66	2.68	2.08	0.88
30	3.53	1.13	0	2.18	0.99	0.68	0	0.59
31	0.22	0	0	0	0	0.45	2.28	0
32	4.20	5.30	3.16	6.81	6.31	5.88	4.99	5.89
33	2.65	4.16	3.16	2.72	2.32	3.84	2.08	2.95
34	0.66	1.89	1.89	4.63	0.99	2.03	1.87	2.95
35	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0.88	2.97	4.74	2.72	2.66	2.26	1.04	2.95
37	3.32	4.54	6.01	1.91	5.65	5.88	4.99	4.13
38	0.22	0	1.58	0	0.66	0	2.08	0
39	0	0	0	0	0	0	0	0
40	1.33	4.16	2.53	2.72	3.32	2.26	4.99	1.47
41	1.10	1.13	1.58	0.54	0.99	0	2.08	0.59
42	0	0	0	0	0	1.58	0.83	0
43	0.44	7.19	6.01	0	0.66	0.22	0.62	0.29
44	2.65	1.89	2.21	0.82	1.66	3.39	5.82	1.47
45	0	0	1.26	0	0	0	0.21	0
46	1.76	3.41	0.63	1.36	1.99	1.81	3.53	1.47
47	0.88	0.75	0.31	1.36	0.66	1.58	3.32	0
48	4.42	1.89	6.33	6.81	6.31	5.43	4.57	5.60
49	0.66	0.38	0.95	0.27	0.99	0.90	3.35	1.18