

# Sistemática de fitolitos, pautas para un sistema clasificatorio. Un caso en estudio en la Formación Alvear (Pleistoceno inferior)

Alejandro Fabián ZUCOL<sup>1</sup> y Mariana BREA<sup>1</sup>

**Abstract.** PHYTOLITH SYSTEMATICS, GUIDELINE FOR A CLASSIFICATORY SYSTEM. A STUDY CASE IN THE ALVEAR FORMATION (LOWER PLEISTOCENE). The classification rules to establish a phytolith systematics are outlined, in such a way allowing a precise treatment and delimitation of their ranks according to the botanical nomenclatural code. The morphological terminology used is explained and these rules are applied to the predominant phytolith morphotypes of the Alvear Formation in their type area, Puerto General Alvear (Diamante department, Entre Ríos). Its sediments were deposited during an semi-arid interval in typical Lower Pleistocene pampean conditions. *Globulolithum* gen. nov. (*G. sphaeroechinulathum* sp. nov., *G. sphaeropsilathum* sp. nov.), *Aculeolithum* gen. nov. (*A. rostrathum* sp. nov., *A. acuminathum* sp. nov., *A. ancistrathum* sp. nov., *A. aciculathum* sp. nov.), *Flabelolithum* gen. nov. (*F. euflabelathum* sp. nov., *F. complanathum* sp. nov.) and *Macroprismatolithum* gen. nov. (*M. psilaristathum* sp. nov., *M. denticulathum* sp. nov., *M. ondulathum* sp. nov., *M. excavathum* sp. nov.) are described. This assemblage represents the first fossil record for this formation.

**Resumen.** Se plantean las pautas clasificatorias para establecer una sistemática de fitolitos que permita un preciso tratamiento y delimitación de sus categorías, de acuerdo a las normativas de la nomenclatura botánica. Conjuntamente se expone la terminología morfológica que se utiliza y se aplican estas pautas a la descripción de los morfotipos fitolíticos más abundantes de la asociación fitolítica hallada en la Formación Alvear, expuesta en su área tipo, la localidad de Puerto General Alvear (departamento Diamante, Entre Ríos), cuyos sedimentos han sido depositados durante un intervalo de clima semiárido de características típicamente pampeanas del Pleistoceno inferior. Se describen las características de los géneros *Globulolithum* gen. nov. (*G. sphaeroechinulathum* sp. nov., *G. sphaeropsilathum* sp. nov.), *Aculeolithum* gen. nov. (*A. rostrathum* sp. nov., *A. acuminathum* sp. nov., *A. ancistrathum* sp. nov., *A. aciculathum* sp. nov.), *Flabelolithum* gen. nov. (*F. euflabelathum*, sp. nov. *F. complanathum* sp. nov.) y *Macroprismatolithum* gen. nov. (*M. psilaristathum* sp. nov., *M. denticulathum* sp. nov., *M. ondulathum* sp. nov., *M. excavathum* sp. nov.). Esta asociación es el único registro fósil conocido para esta formación.

**Key words.** Phytoliths. Classification rules. Alvear Formation. Lower Pleistocene.

**Palabras clave.** Fitólitos. Pautas clasificatorias. Formación Alvear. Pleistoceno inferior.

## Introducción

Los estudios fitolíticos han tenido una evolución en estrecha vinculación con distintas disciplinas científicas como consecuencia de sus aplicaciones y de la potencialidad de estos estudios en Botánica, Paleobotánica, Pedología, Sedimentología y Arqueología (Zucol, 1992). Si bien en sus comienzos los fitolitos fueron estudiados como parte componente de los tejidos vegetales, pronto surgió la necesidad de establecer su tratamiento en forma desarticulada del vegetal que los originó. Ehrenberg (1841, 1846 y 1854) realiza la primera clasificación morfológica de fitoli-

tos estableciendo una serie de morfogéneros y morfoespecies; este sistema sería modificado más tarde por Deflandre (1963).

Bertoldi de Pomar (1971) propone un ensayo de clasificación morfológica definiendo grupos y morfotribus de fitolitos a los cuales da una denominación particular. Ambos sistemas clasificatorios y nomenclaturales, en un primer momento independientes, fueron integrados por Taugourdeau-Lantz *et al.*, (1976) en una propuesta clasificatoria. Estos autores, por principio de prioridad, toman las categorías de Ehrenberg, y las recategorizan en grupo, género y especies morfológicas, incluyendo las clases morfológicas propuestas por Bertoldi de Pomar.

En forma coetánea surgen varias clasificaciones de fitolitos, las que se caracterizan por abarcar grupos de vegetales restringidos ya sea taxonómica o geográficamente (Zucol, 1995). Este enfoque se continuó utilizando hasta la actualidad, y como conse-

<sup>1</sup>Laboratorio de Paleobotánica. Centro de Investigaciones Científicas, Diamante (CONICET), Matteri y España sn, 3105 Diamante, Argentina. [cidzucol@infoaire.com.ar](mailto:cidzucol@infoaire.com.ar)

cuencia de ello es frecuente encontrar en la literatura fitolítica que un mismo tipo morfológico es denominado de diferentes modos, o que en las distintas clasificaciones un mismo tipo morfológico posee rangos de variabilidad disímiles.

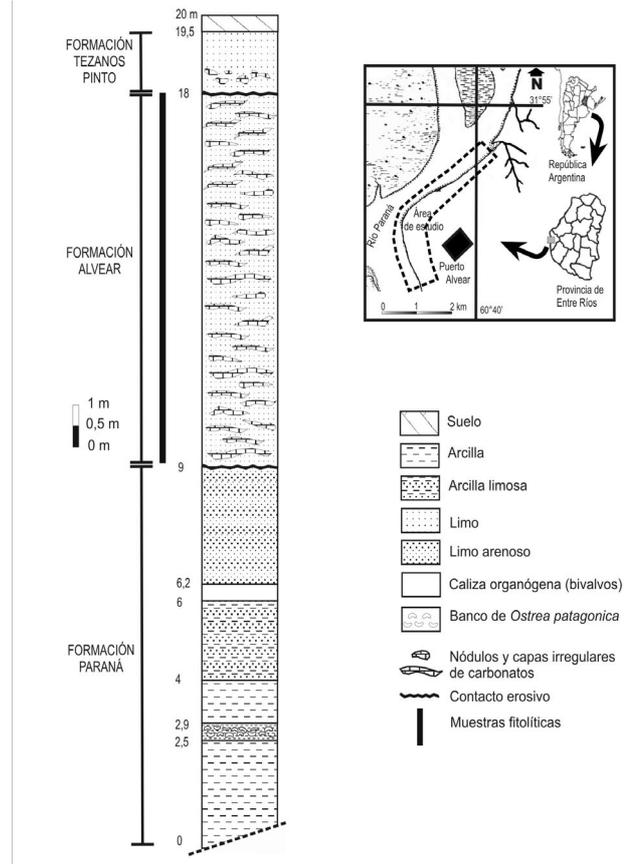
En la presente contribución se plantean las pautas clasificatorias para establecer una sistemática de fitolitos que permita un preciso tratamiento y delimitación de las categorías, de acuerdo a las normativas de la nomenclatura botánica. Conjuntamente se expone la terminología morfológica que se utiliza y se aplican estas pautas en la descripción de los morfotipos fitolíticos más abundantes en la asociación fitolítica hallada en la Formación Alvear, expuesta en la localidad de Puerto General Alvear, departamento Diamante, provincia de Entre Ríos (figura 1).

La Formación Alvear se presenta en forma casi continua en la margen derecha del río Paraná desde el arroyo Nogoyá hasta la ciudad de Paraná. Esta unidad de origen palustre esta integrada por sedimentos carbonáticos y fue asignada al Pleistoceno inferior, de acuerdo a su posición estratigráfica. Este paquete sedimentario fue depositado durante un intervalo de clima semiárido de características típicamente pampeanas (Iriando, 1980). La presente comunicación forma parte de la descripción detallada de la asociación fitolítica de esta Formación (Zucol y Brea, 2000 b, en prensa), la cual, hasta la actualidad constituye el único tipo de registro fósil hallado.

### Pautas para el tratamiento morfológico de los fitolitos

Para la cabal comprensión de la morfología de los fitolitos se debe tener en cuenta un conjunto de características, que Bertoldi de Pomar (1975) denominó "caracteres biogenéticos"; tales como, plantas proveedoras, concentración de fitolitos en las plantas y en las distintas etapas fenológicas, tipos de tejidos y células en que se originan, mecanismos de depositación, composición química y propiedades físicas de los fitolitos, para luego establecer los caracteres morfométricos de cada tipo morfológico.

Como resultado del metabolismo, en los vegetales se producen distintos tipos de depositaciones minerales; muchas de las cuales, como consecuencia de sus propiedades físico químicas, no llegan a perdurar como fitolitos en el amplio sentido de la palabra. Dentro del espectro de sustancias minerales biogénicas, en los vegetales son predominantes -ya sea por sus características físico químicas como por su abundancia- los depósitos de minerales cálcicos y silíceos. Químicamente, los minerales cálcicos (tales como los oxalatos de calcio) son más fácilmente alterables que los silíceos. Es por ello, y por una producción cuanti-



**Figura 1.** Ubicación geográfica y sedimentológica de la Formación Alvear en la localidad de Puerto General Alvear / *Sedimentological and geographical setting of Alvear Formation in Puerto General Alvear locality.*

tativamente superior, que el espectro fitolítico se encuentra dominado por los fitolitos de origen silíceo o silicofitolitos.

Los fitolitos están presentes en todo el reino vegetal, pero es en los vegetales superiores donde su identificación y asignación sistemática se torna más controvertida. En lo que respecta a su producción, los fitolitos se encuentran en representantes de pteridófitas, gimnospermas y angiospermas (Piperno, 1988; Pearsall, 2000), siendo ciertas familias de las monocotiledóneas (como Poaceae, Cyperaceae, Arecaceae) las principales proveedoras. En estos vegetales, la presencia de sílice se encuentra asociada no sólo a procesos metabólicos intrínsecos, sino también al crecimiento y productividad del vegetal, y a fenómenos de resistencia a enfermedades, toxicidades, ataques de insectos y efectos producidos por la herbivoría (Rovner, 1988).

De acuerdo a ello, la concentración de los fitolitos en la planta variará con la etapa fenológica del vegetal, como así también, en relación con las diferentes partes de la planta (Bertoldi de Pomar, 1975; Zucol, 2001). La concentración de sílice será variable de acuerdo a los procesos metabólicos que acompañan

la vida de la planta, y a la localización de muchos de estos procesos en ciertos órganos. Parry y Smithson (1958 a) describen el proceso de silicificación de células buliformes foliares de gramíneas, y observan que ésta mineralización se incrementa en etapas próximas a la desecación de la hoja, que es cuando éstas células pierden su importancia funcional en la apertura y cierre higroscópico de la hoja, como así también en el almacenamiento de agua.

La distribución de fitolitos en los distintos órganos de la planta ha sido estudiada en gramíneas (Sedulsky y Labouriau, 1966; Zucol, 2001), en forma comparativa con la asociación fitolítica de la planta en su conjunto. Los aportes cuali - cuantitativos muestran que las hojas son la principal fuente de producción de fitolitos, mientras que el tallo y la inflorescencia aportan una menor cantidad de fitolitos de formas características, mientras que la presencia de fitolitos en la raíz es rara y con escasa variabilidad morfológica.

En lo referente al origen tisular, mediante estudios con microanalizador de rayos X de secciones de entrenudos, nudos, hojas e inflorescencias de cebada (Hayward y Parry, 1973), se ha observado la mayor abundancia de sílice en los tejidos epidérmicos y esclerenquimático de los distintos órganos. Parry y Smithson (1964), describen los tipos de depositación del sílice en gramíneas como: depósitos silíceos extracelulares (tanto silicificación de membrana como silicificación de espacios intercelulares) e intracelulares (silicificación de halterios costales, cuerpos silíceos intercostales con forma de sombrero, células largas, células buliformes, pelos y bases de pelos, células suberosas, aparatos estomáticos y elementos esclerenquimáticos). La silicificación intracelular puede ser total o parcial, por lo cual el fitolito puede copiar la célula de caja o solamente un sector de la misma, por ejemplo una papila, una barba, una porción de la célula u originarse en una inclusión citoplasmática que no copia ninguna forma de la célula de caja.

Los fitolitos son cuerpos minerales tridimensionales que pueden presentar una morfología irregular o regular. Entre los fitolitos regulares se hallan cuerpos cónicos, prismáticos, cilíndricos, piramidales y esféricos; si bien gran parte de los fitolitos regulares pueden interpretarse como cuerpos prismáticos (paralelepípedos).

Las vistas diferenciales de los fitolitos prismáticos son: la superior, la inferior, la lateral (cuyo número será variable según el tipo de prisma); su definición y orientación estará de acuerdo al morfotipo fitolítico en estudio, ya que no existen pautas universales de polaridad de estos cuerpos y por lo general se toma la ubicación del fitolito con respecto al tejido en donde se originó para definir las distintas vistas. De acuerdo a ello, y debido a que la mayoría de los tipos

prismáticos con predominio de uno de sus ejes se encuentran orientados en sentido paralelo a la superficie de los órganos en donde se originan (con excepción de por ejemplo las células buliformes silicificadas), es que sus caras se denominan: periclinales, a las caras dispuestas en forma paralela a la superficie del órgano vegetal y anticlinales a las que se disponen en forma perpendicular a la superficie del órgano en donde se originó, pudiendo ser anticlinales radiales, si se disponen paralelamente al eje longitudinal del órgano o anticlinales transversales si se disponen en forma perpendicular a este eje (véase tipos geométricos, Apéndice 1).

En lo que respecta a los restantes tipos, los fitolitos cónicos poseen una vista basal y otra lateral, al igual que los piramidales, los cilíndricos una única vista lateral y dos vistas de sección, mientras que los esféricos poseen una sola vista (Apéndice 1).

La correcta delimitación de las distintas vistas y de sus características cuali-cuantitativas, permite una clara diferenciación taxonómica de los morfotipos, evitando el tratamiento sistemático de los fitolitos como "figuras planas" (Bertoldi de Pomar, com. per.), que en muchos casos solo incrementan el natural fenómeno de multiplicidad de los fitolitos, creando morfotipos a partir de las distintas vistas de un mismo cuerpo.

### **Pautas para el tratamiento nomenclatural de los fitolitos**

Un fitolito es un biolito de origen vegetal y tamaño microscópico, el cual puede ser hallado para su estudio formando parte de un tejido vegetal o bien en forma desagregada del mismo. Cuando se presentan dispersos, los fitolitos pueden encontrarse en forma aislada (un único elemento celular mineralizado o parte del mismo) o en forma articulada (cuando varios elementos celulares se mineralizaron en forma conjunta). Bajo estas premisas, los fitolitos deben ser considerados para su nomenclatura con el rango de morfotaxon de acuerdo a la definición del Código Internacional de Nomenclatura Botánica (-ICBN-Greuter *et al.*, 2000), y versión corregida 1999 (Archangelsky, 1999) en su artículo 3. Esta asignación hace necesario considerar en la nomenclatura de fitolitos las normativas del ICBN para la definición, tipificación, prioridad y denominación de los taxa.

En la literatura fitolítica es común la utilización del término asociación fitolítica (*phytolith assemblages sensu* Piperno, 1988: 60 o Mulholland *et al.*, 1988: 2002) para definir a un conjunto de fitolitos provenientes tanto de una categoría sistemática vegetal -especie, género, familia- como también de un muestreo de fitolitos dispersos. La utilización de esta terminología

no generaría conflictos nomenclaturales, siempre y cuando se la considere como una asociación de morfotaxa y se la categorice de acuerdo al concepto de *es-ciotaxon* que definiera Bengtson (1985: 1354) como "... (orto) taxon conceptual que representa tanto al mismo taxon real, como a otro (orto)taxon conceptual, basado en material de diferente naturaleza" y que ya fuera aplicado al tratamiento de fitolitos provenientes de vegetales actuales (Zucol, 2001).

En el tratamiento taxonómico de los fitolitos a la variabilidad morfológica propia se le suman dos conceptos particulares: la multiplicidad y la redundancia (*sensu* Rovner, 1971 y Rovner y Russ, 1992). La multiplicidad es consecuencia de la presencia de diferentes tipos morfológicos en un mismo ortotaxon; mientras que la redundancia surge de la presencia de similares tipos morfológicos en diferentes ortotaxa. Esto trae aparejado que en muchos casos, una asociación fitolítica de, por ejemplo una determinada especie, sea más representativa del ortotaxon que un único morfotipo. La utilización de morfotaxa en el tratamiento de fitolitos, no solo mitiga los efectos causados por los fenómenos de multiplicidad y redundancia, sino que permite también una clara delimitación de la variabilidad y denominación de los morfotipos fitolíticos, en un sistema abierto regido por las normativas del ICBN.

La necesidad de una sistemática de fitolitos, que permita su claro tratamiento y denominación, en un sistema universal como fuera enunciado en el pasado (Zucol, 1995: 246-247, Zucol 1999 a) ha sido también observado por otros autores (Bowdery, *et al.*, 1998; Hart, *et al.*, 2000; Lentfer *et al.*, 2000). En el año 2000, se intensifica esta actividad con la conformación de una comisión de nomenclatura que recientemente ha enunciado un protocolo para la nomenclatura fitolítica (Madella *et al.*, 2002), en donde se plantean los lineamientos básicos para la nomenclatura de los morfotipos fitolíticos. Al respecto cabe aclarar lo meritorio de esta propuesta unificadora, que propende a eliminar los casos de sinonimias existentes; no obstante, esta propuesta no contempla muchas de las reglas básicas de un Código de rango superior al de Nomenclatura Fitolítica al cual tendría que estar subordinado, que es el Código Internacional de Nomenclatura Botánica, como por ejemplo en lo referente a los rangos sistemáticos, diagnosis y nomenclatura binominal.

## Un caso en estudio: asociación fitolítica de la Formación Alvear en su área tipo

### *Materiales y métodos*

La asociación fitolítica de la Formación Alvear que se utilizará para la descripción sistemática se ob-

tuvo teniendo en cuenta las muestras de toda la sección de la formación en su área tipo (figura 1).

Para la concentración fitolítica de las muestras sedimentarias de este estudio se implementaron las técnicas descritas por Bertoldi de Pomar (1976) y Zucol y Osterrieth (2002). Las cuales abarcan un tratamiento preliminar con la eliminación de sales solubles, materia orgánica y carbonatos, y posterior desagregación del material clástico con hexametáfosfato sódico. Una separación granulométrica, por tamizado en húmedo (con tamiz N° 60 y 270), lo que permitió obtener una fracción de partículas superior en diámetro a los 250  $\mu\text{m}$ , otra de 250 - 53  $\mu\text{m}$  de diámetro y una tercer fracción con partículas de diámetro inferior a los 53  $\mu\text{m}$ . Esta última, fue separada por sifonado en una fracción con partículas entre 53 - 8  $\mu\text{m}$  de diámetro y otra con partículas de menos de 8  $\mu\text{m}$  de diámetro. La concentración densimétrica se realizó sobre las fracciones 250-53 y 53-8  $\mu\text{m}$ , utilizando solución acuosa de politungstato de sodio (peso específico 2,3). Los concentrados fueron montados en Bálsamo de Canadá (preparados microscópicos fijos) y en Aceite de cedro (preparados microscópicos líquidos).

Las coordenadas de ubicación de los tipos descritos, corresponden a un microscopio invertido Wild Heerbrugg M40, N°82834 del Laboratorio de Paleobotánica (Centro de Investigaciones Científicas-Diamante). Los preparados microscópicos y las muestras sedimentarias han sido incorporados a la Colección del Laboratorio de Paleobotánica del Centro de Investigaciones Científicas—Diamante (CDPalbo-mic) y en el Repositorio del Laboratorio de Procesamiento de material sedimentológico-paleontológico de esta Institución respectivamente.

### *Geología*

La Formación Alvear (Pleistoceno inferior) descrita por Iriondo (1980), fue depositada bajo condiciones climáticas semiáridas y un ambiente palustre. Litológicamente ésta constituida por capas horizontales y verticales de carbonato de calcio de color blanquecino. Esta tosca incluye un material pelítico de color castaño rosado y castaño verdoso con nódulos y capas de manganeso (Iriondo, 1980).

En la localidad de Puerto General Alvear (figura 1) con un espesor aproximado de 20 m, se observa de base a techo el siguiente perfil: con 9 m de potencia y sin base apreciable, esta expuesta la Formación Paraná (Mioceno superior) caracterizada por una sucesión de estratos arcillosos y areno-arcillosos de color verde-oliva. Entre ellos se intercalan estratos delgados de arenas finas blanquecinas. Hacia arriba, estos estratos se vuelven más limosos y aumentan las in-

tercalaciones arenosas. Los estratos típicos de calizas organógenas están compuestos principalmente por bivalvos, con una gran abundancia de *Ostrea patagonica* a 2,5 m de la base del perfil. Este paquete sedimentario se encuentra en discordancia erosiva con los sedimentos suprayacentes, constituidos por el calcrete típico de la Formación Alvear (Pleistoceno inferior).

La Formación Alvear, tiene una potencia de 9 m y esta integrada por nódulos y placas horizontales y verticales de carbonato de calcio de color blanquecino. Entre las placas de carbonato, que constituye un verdadero enrejado, se observan facies arcillosas-limosas inconsolidadas y no calcáreas de color castaño rosado y castaño verdoso. Estas arcillas limosas presentan nódulos y capas muy delgadas de manganeso y óxido de hierro.

Hacia el tope del perfil y en discordancia erosiva con los sedimentos infrayacentes, se observan los limos finos arcillosos pardos, con nódulos de carbonato de calcio y escasa fracción arena. Este loess, con un espesor de 1,5 m, corresponde a la Formación Tezanos Pinto (Pleistoceno superior - Holoceno temprano).

## Descripción sistemática

La asociación fitolítica de la Formación Alvear, en su área tipo, se compone por fitolitos esféricos, en su mayoría espinosos, asociados con fitolitos con forma de flabelo, agujones y prismáticos -entre los de mayor tamaño- y fitolitos cónicos, en forma de halterio y de silla de montar.

Para la ejemplificación de esta metodología descriptiva se tomaron las morfologías fitolíticas más abundantes de esta asociación, de las cuales en esta entrega se describen en forma parcial.

División MANGNOLIOPHYTA Cronquist,  
Takhtajan y Zimmermann 1966

Clase *Incertae sedis*

*Globulolithum* Zucol et Brea gen. nov.

**Especie tipo.** *Globulolithum sphaeroechinulatum* Zucol et Brea

**Derivatio nominis.** Nombre derivado de la morfotribu *Globulolita* (Bertoldi de Pomar, 1971).

**Diagnosis.** Fitólitos esféricos a elipsoidales, con superficie lisa, rugulosa u ornamentada. Ornamentación microespinosa, espinosa, papilosa o clavada. *Spherical to elipsoidal phytolith, with smooth, rugulose or ornamented surface. Spiny, microspiny, papillate or clavate ornamentation.*

**Descripción.** Fitólitos esféricos a elipsoidales, de tamaño variable y superficie lisa, rugulosa u ornamen-

tada. Para el caso de los ornamentados, su superficie puede estar cubierta por espinas de gran tamaño (relación diámetro basal de espina / diámetro del fitolito, superior a 0,2), espinas pequeñas (relación diámetro basal de espina / diámetro del fitolito, inferior a 0,2) o microespinas, en cuyo caso las pequeñas espinas se hacen difícilmente distinguibles entre sí al microscopio óptico; otros tipos de ornamentación que se observan en estos fitolitos son las papilas, de tamaño similar a las espinas pero con ápice romo, y en algunos casos la ornamentación toma aspecto de clava.

**Equivalencias clasificatorias.** *Lithodontium* en parte, *sensu* Ehremberg (1841-1854); *Spherical* (Tomlinson, 1961); *Festucoid class. 1 a Circular* (Twiss *et al.*, 1969); morfotribu *Globulolita* (Bertoldi de Pomar, 1971); *Irregular sphere or oval shaped opals* (Kondo y Pearson, 1981); clase V.B. *Spherical to aspherical* (Piperno, 1988); categoría B. *Spherical phytoliths* (Runge, 1999); categoría 80. *Spherical* (Pearsall y Dinan, 1992; Pearsall, 2000); *Globulolita* (Parra y Flórez, 2001).

*Globulolithum sphaeroechinulatum* Zucol et  
Brea sp. nov.  
Figuras 2.A-C

**Material. Holotipo.** CDPalbo-mic 167 c 20/88,7 (figura 2.C).

**Paratipo.** CDPalbo-mic 167 c 18,5/73,8 (figura 2.A).

**Otro material estudiado.** CDPalbo-mic 167 a 68/19,5; CDPalbo-mic 167 a 24,5/81,20 (figura 2.B); CDPalbo-mic 167 c, 17,5/92,2.

**Derivatio nominis.** Nombre derivado de la variante *Globulolita esferoequinulata* (Bertoldi de Pomar, 1971), el epíteto genérico hace referencia al carácter globular de estos fitolitos, mientras que el epíteto específico hace alusión a su contorno esferoidal y a su ornamentación equinulada (*echinulate*).

**Diagnosis.** Fitólitos esféricos con ornamentación espinosa. Numerosas espinas bien definidas. / *Spherical phytolith with spinulose ornamentation. Many spinules well defined.*

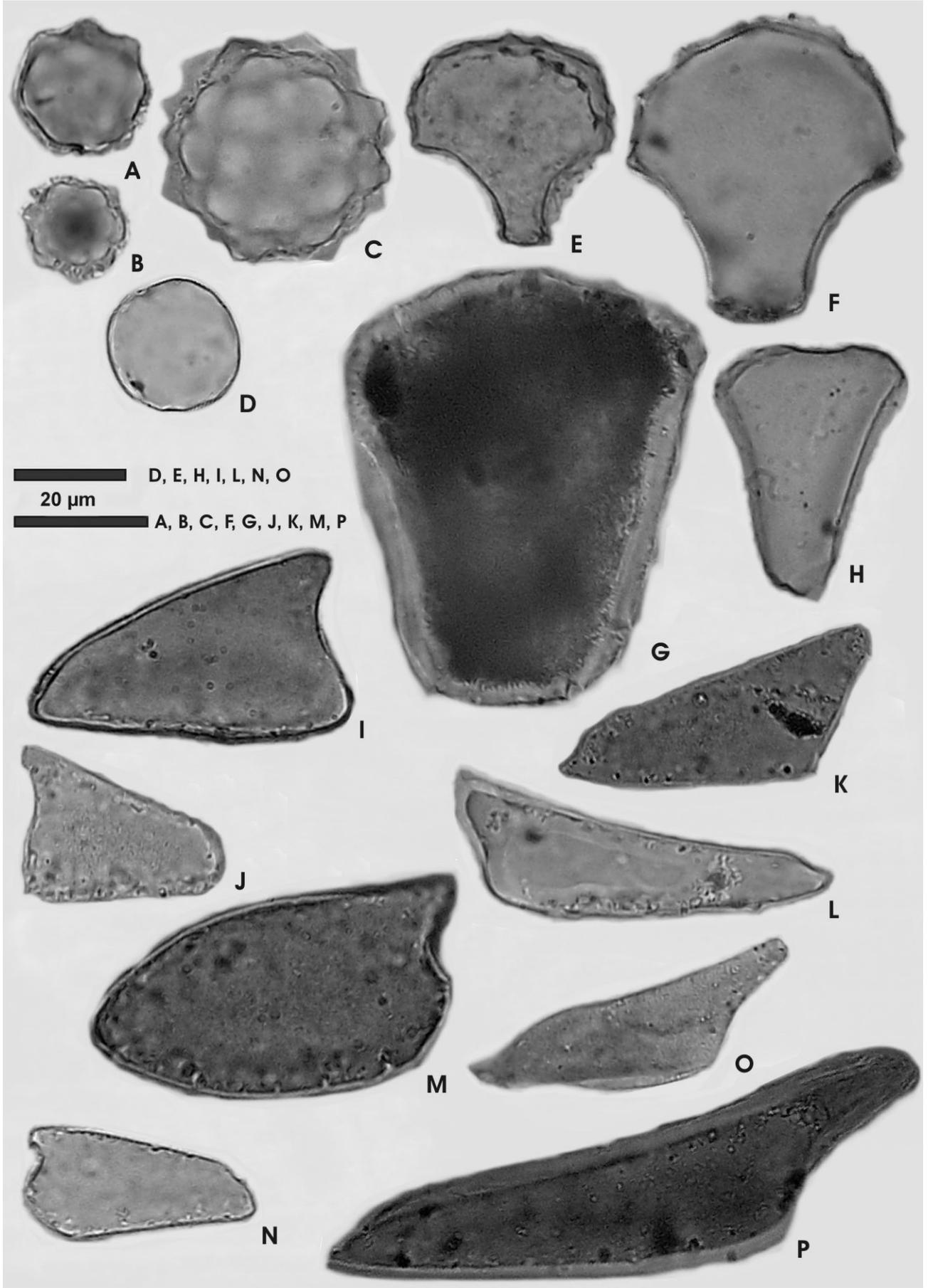
**Descripción, dimensiones y variabilidad en tamaño.** Fitólitos esféricos con ornamentación espinosa. De 18 µm de diámetro promedio, y un rango de variación entre 5 - 35 µm. Numerosas espinas bien definidas.

**Edad.** Pleistoceno inferior.

**Ubicación estratigráfica.** Formación Alvear (Iriundo, 1980).

**Ubicación geográfica.** Departamento Diamante, Provincia de Entre Ríos.

**Afinidad taxonómica.** Este morfotipo fitolítico ha sido descrito en: *Copernicia alba* Morong ex Morong y Britton, *Trininax campestris* (Burmeist.) Drude y Griseb., *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Bertoldi de Pomar, 1971, 1975; Zucol y Brea, 2000a). *Sabal minor* (Jacq.) Pers. y otros géneros de *Arecaceae* de



las subfamilias Arecoidea, Borassoidea, Coccoidea, Lepidocaryoidea, Phyllophantoidea y Sabaloidea (Piperno, 1988). *Phoenix dactylifera* L. (Rosen, 1992; Cummings, 1992). *Rhopalostylis sapida* H. Wendl. y Drude (Kondo *et al.*, 1994). *Chamaerops humilis* L. y *Phoenix dactylifera* (Pinilla y Bustillo, 1997). *Cocos nucifera* L. (Bowdery *et al.*, 1998).

**Equivalencias clasificatorias.** Globulolita esferoquinulata (Bertoldi de Pomar, 1971); Spiky star shaped (Kondo, 1977); B 1 a. Spherical to aspherical, with spinulose surface. Spinules well defined, many in number (Piperno, 1988); Spherical spinulose class (Kondo *et al.*, 1994); B 3. Palmae phytoliths (Runge, 1999); Circular crenate -Palmae type- (Bardoni *et al.*, 1999); Spherical spinulose (Shulmeister *et al.*, 1999).

**Observaciones.** Si bien este morfotipo es descripto para el Pleistoceno inferior, se ha encontrado en sedimentos del Eo-Oligoceno y Mioceno (Zucol *et al.*, 1999, 2001; Zucol y Brea, 2000 a) como así también en representantes actuales de la familia Arecaceae.

*Globulolithum sphaeropsilathum* Zucol et Brea sp. nov.  
Figura 2.D

**Material. Holotipo.** CDPalbo-mic 167 c 22,8/72,5 (figura 2.D)..

**Paratipo.** CDPalbo-mic 167 b 10/78.

**Otro material estudiado.** CDPalbo-mic 167 b 11,5/78; CDPalbo-mic 167 b 10/77,8; CDPalbo-mic 167 b 7,8/77,2.

**Derivatio nominis.** La combinación del epíteto específico alude a la esfericidad del tipo fitolítico, conjuntamente con la característica de su superficie lisa (*psilate, psilatus*).

**Diagnosis.** Fitolitos esféricos con superficie lisa o suavemente rugosa. / *Spherical phytolith with smooth or slightly rough surface.*

**Descripción, dimensiones y variabilidad en tamaño.** Fitolitos esféricos con superficie lisa o levemente áspera. De 10 µm de diámetro promedio, y un rango de 5 - 20 µm de diámetro.

**Edad.** Pleistoceno inferior.

**Ubicación estratigráfica.** Formación Alvear (Iriando, 1980).

**Ubicación geográfica.** Departamento Diamante, Provincia de Entre Ríos.

**Afinidad taxonómica.** Este morfotipo fitolítico ha sido descripto en: Crysobalanaceae (*Hirtellia triandria*

Sw.) con valores inferiores a los 12 µm de diámetro (Piperno, 1988) o de 3-9 µm de diámetro (Runge, 1999).

**Equivalencias clasificatorias.** B 4 b. Spherical to aspherical, with smooth surface. Less than 12 µm in diameter (Piperno, 1988); Spherical smooth class (Kondo *et al.*, 1994); B1. Spherical phytoliths with smooth or slightly rough surface (Runge, 1999).

**Observaciones.** Las descripciones previas de este tipo fitolítico, mencionan dos modas con respecto al diámetro, los cuerpos pequeños (inferiores a 12 µm *sensu* Piperno, 1988) o entre 3 - 9 µm *sensu* Runge (1999) producidos por dicotiledóneas, y los grandes (superiores a 12 µm *sensu* Piperno (1988) o entre 9 - 25 µm *sensu* Runge (1999) producidos por monocotiledóneas. Los fitolitos hallados en este análisis, se ajustan principalmente a los diámetros descriptos para los cuerpos pequeños, no llegando nunca a los diámetros máximos que ambas autoras citan para los cuerpos grandes.

División MANGNOLIOPHYTA Cronquist,  
Takhtajan y Zimmermann 1966  
Clase LILIOPSIDA Scopoli 1760  
Subclase COMMELINIDAE Takhtajan 1967  
Orden *Incertae sedis*

*Aculeolithum* Zucol et Brea gen. nov.

**Especie tipo.** *Aculeolithum acuminatum* Zucol et Brea

**Derivatio nominis.** Nombre derivado de la morfotribu Aculeolita (Bertoldi de Pomar, 1971).

**Diagnosis.** Fitolitos con un extremo aguzado y base ensanchada, cuya sección puede ser ovalada o circular, sobre la que se desarrolla una barba o ápice aguzado. / *Phytolith with a sharpened end and base enlarged, oval or circular, on which the sharp apex or barb is developed.*

**Descripción.** Fitolitos con un extremo aguzado y base ensanchada, irregular, ovalada o circular, sobre la que se desarrolla el ápice afilado o barba. Las principales variaciones de sus morfotipos se encuentran en sus características cuantitativas, como así también en la forma de la sección basal y de la barba, los cuales permiten diferenciar a sus integrantes. En líneas generales los agujones epidérmicos foliares de gramíneas presentan dos tendencias morfométricas (Zucol,

**Figura 2. A, B, C, *Globulolithum sphaeroechinulatum* Zucol et Brea (A, CDPalbo-mic 167 c 20/88,7; B, CDPalbo-mic 167 c 18,5/73,8; C, CDPalbo-mic 167 a 19,5/68). D, *Globulolithum sphaeropsilathum* Zucol et Brea (CDPalbo-mic 167 c 22,8/72,5). E, F, *Flabelolithum euflabelathum* Zucol et Brea (E, CDPalbo-mic 167 d 20,5/84; F, CDPalbo-mic 167 c 14,2/68,8). G, H, *Flabelolithum complanatum* Zucol et Brea (G, CDPalbo-mic 167 b 22,5/69,9; H, CDPalbo-mic 167 c 18,2/86,4). I, J, *Aculeolithum rostratum* Zucol et Brea (I, CDPalbo-mic 167 b 2,9/77,7; J, CDPalbo-mic 167 a 25/84,2). K, L, *Aculeolithum acuminatum* Zucol et Brea (K, CDPalbo-mic 167 b 5,6/74,5; L, CDPalbo-mic 167 b 19,4/69,5). M, N, *Aculeolithum ancistratum* Zucol et Brea (M, CDPalbo-mic 167 c 20/62,8; N, CDPalbo-mic 167 c 2,2/85,5). O, P, *Aculeolithum aciculatum* Zucol et Brea (O, CDPalbo-mic 167 c 8,5/70,8; P, CDPalbo-mic 168 6,4/95,7).**

1996 a): aguijones de mayor tamaño (área basal con un largo máximo promedio de 64,53 µm y un ancho máximo promedio de 25,16 µm, y largo de barba promedio de 33 µm), que se distribuyen en las zonas marginales foliares; y aguijones de menor tamaño (área basal con un largo máximo promedio de 38,77 µm y un ancho máximo promedio de 18 µm, y largo de barba promedio de 23,5 µm), que se distribuyen en las zonas costales o más raramente intercostales de las epidermis adaxiales y abaxiales foliares. Un tercer tipo de tricoma muy frecuente en estos vegetales son los ganchos, los cuales poseen un área basal aproximadamente circular, con un diámetro promedio de 16 µm, barba aguda de 14 µm de largo promedio (Zucol, 1996 a).

**Equivalencias clasificatorias.** Lithodontium en parte *sensu* Ehreberg (1841-1854); Hook-shaped phytoliths (Baker, 1960); silification of hairs and hairs bases (Parry y Smithson, 1964); silicified hairs, en parte (Parry y Smithson, 1966); morfotribu Aculeolita (Bertoldi de Pomar, 1971); tipo II Trichomes (Brown, 1984 y 1986); Point-shaped class (Kondo y Sase, 1986; Kondo *et al.*, 1987; 1994); Trichome - hairs and papillae, en parte (Mulholland y Rapp, 1992); Point-shaped phytolith (Twiss, 1992); categoría 40. Dermal appendages, en parte (Pearsall y Dinan, 1992; Pearsall, 2000); Point-shaped (Bardoni *et al.*, 1999); Type G3 Different types of trichomes, including prickles, hairs and prickles bases (Runge, 1999); Point class, en parte (Hart *et al.*, 2000); Aculeolita (Parra y Flórez, 2001). **Observaciones.** En general originados en macropelos, aguijones u otros tricomas, principalmente de gramíneas y ciperáceas; formados por una base ensanchada mediante la cual se incarta al tejido, un cuerpo delgado o globoso que remata en una barba céntrica o excéntrica, recta o retrorsa.

*Aculeolithum rostratum* Zucol *et*

Brea sp. nov.

Figuras 2.I, J

**Material. Holotipo.** CDPalbo-mic 167 b 2,9/77,7 (figura 2.I).

**Paratipo.** CDPalbo-mic 167 c 18,7/76,7.

**Otro material estudiado.** CDPalbo-mic 167 a 25/84,2 (figura 2.J); CDPalbo-mic 167 c 14,8/80,7; CDPalbo-mic 168 19,6/86,7.

**Derivatio nominis.** Nombre derivado de la variante *Aculeolita rostrata* (Bertoldi de Pomar, 1971).

**Diagnosis.** Fitolito de cuerpo con base ancha y barba prominente, robusta, cuya base es difícilmente diferenciable del cuerpo. *Phytolith body with wide base and prominent, robust barb whose base is difficultly diferenciable of the body.*

**Descripción, dimensiones y variabilidad en tamaño.** Fitolitos con un largo máximo basal promedio de 37 µm (20 - 57 µm), una altura máxima promedio de

22 µm (14 - 40 µm). Lo que permite establecer una relación largo máximo basal / altura máxima promedio de 1,80 (1,33 - 2,30). Barba de base ancha que se origina paulatinamente en la superficie del cuerpo, sin establecer una zona de inflexión, de modo que dificulta establecer el origen de la barba.

**Edad.** Pleistoceno inferior.

**Ubicación estratigráfica.** Formación Alvear (Iriondo, 1980).

**Ubicación geográfica.** Departamento Diamante, provincia de Entre Ríos.

**Afinidad taxonómica.** Este morfotipo fitolítico ha sido descrito en: *Avena sativa* L. (Baker, 1960). *Bromus catharticus* Vahl., descrito como *Bromus unioides* H.B.K. (Bertoldi de Pomar, 1975). *Bouteloua dactyloides* (Nutt.) Columbus, descrito como *Buchloe dactyloides* (Nutt.) Engelm. (Houyuan *et al.*, 1997). *Chloris virgata* Sw. (Houyuan *et al.*, 1997). *Cortaderia selloana* (Schult. & Schult.f) Asch. y Graebn. (Zucol, 1999 b). *Jarava brachychaeta* (Godr.) Peñailillo, descrito como *Stipa brachychaeta* Godron (Zucol, 1996 a y b). *Jarava plumosa* (Spreng.) S.W.L. Jacobs & J. Everett, descrito como *Stipa papposa* Nees (Zucol, 1996 a y b). *Lolium perenne* L. (Kondo y Sase, 1986). *Nassella filiculmis* (Delile) Barkworth, descrito como *Stipa filiculmis* Delile (Zucol, 1996a y 1996b). *Nassella hyalina* (Nees) Barkworth, descrito como *Stipa hyalina* Nees (Zucol, 1996a y 1996b). *Nassella neesiana* (Trin. y Rupr.) Barkworth, descrito como *Stipa neesiana* Trin. y Rupr. (Zucol, 1996a y 1996b). *Nassella philippii* (Steud.) Barkworth, descrito como *Stipa philippii* Steud. (Zucol, 1996a y 1996b). *Nassella trichotoma* (Nees) Hack. ex Arechav., descrito como *Stipa trichotoma* Nees (Zucol, 1996a y 1996b). *Oryza sativa* L. (Houyuan *et al.*, 1997). *Panicum dichotomiflorum* Michx. (Zucol, 1996a, 1998). *Panicum prionitis* Nees (Zucol, 1996 a, 1998). *Paspalum dilatatum* Poir. (Zucol, 1996 a, 2000). *Paspalum notatum* Flügge (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum plicatulum* Michx. (Frenguelli, 1930; Zucol, 1996 a, 2000). *Poa trivialis* L. (Parry y Smithson, 1964). *Secale cereale* L. (Blackman y Parry, 1968).

**Equivalencias clasificatorias.** *Aculeolita rostrata* (Bertoldi de Pomar, 1971).

*Aculeolithum acuminatum* Zucol *et*

Brea sp. nov.

Figuras 2.K, L

**Material. Holotipo.** CDPalbo-mic 167 b 19,4/69,5 (figura 2.L).

**Paratipo.** CDPalbo-mic 167 b 5,6/74,5 (figura 2.K).

**Otro material estudiado.** CDPalbo-mic 167 b 15/86; CDPalbo-mic 168 11,8/85.

**Derivatio nominis.** Nombre derivado de la variante *Aculeolita acuminata* (Bertoldi de Pomar, 1971).

**Diagnosis.** Fitolitos de base alargada de extremos

aguzados, cuerpo delgado, barba corta, antrorsa. / *Phytoliths with lengthened base of sharpened ends, thin body, short beard.*

**Descripción, dimensiones y variabilidad en tamaño.** Fitólitos con un largo máximo basal promedio de 34  $\mu\text{m}$  (20 - 47  $\mu\text{m}$ ), una altura máxima promedio de 20  $\mu\text{m}$  (11 - 31  $\mu\text{m}$ ). Lo que permite establecer una relación largo basal máximo/altura máxima promedio de 1,77 (1,50 - 2,00). Cuerpo alargado; barba de base delgada, cuyo origen puede delimitarse por una zona de inflexión que la diferencia del cuerpo.

**Edad.** Pleistoceno inferior.

**Ubicación estratigráfica.** Formación Alvear (Iriondo, 1980).

**Ubicación geográfica.** Departamento Diamante, provincia de Entre Ríos.

**Afinidad taxonómica.** Este morfotipo fitolítico ha sido descrito en: *Aegilops speltoides* Tausch (Kaplan et al., 1992). *Avena abyssinica* Hochst. ex A. Rich. (Kaplan et al., 1992). *Avena barbata* Pott ex Link, descrito como *Avena strigosa* Schreb. (Kaplan et al., 1992). *Avena brevis* Roth (Kaplan et al., 1992). *Avena sativa* (Kaplan et al., 1992). *Calamagrostis canescens* (Wigg.) Roth (Parry y Smithson, 1958 b). *Dichanthelium sabulorum* (Lam.) Gould y C.A. Clark, descrito como *Panicum sabulorum* Lam. (Zucol, 1996 a, 1998). *Elymus repens* (L.) Gould, descrito como *Agropyron repens* (L.) P. Beauv. (Kaplan, et al., 1992). *Lolium perenne* (Kaplan et al., 1992). *Lolium remotum* Schrank (Kaplan et al., 1992). *Lolium temulentum* L. (Kaplan et al., 1992). *Oryza sativa* (Houyuan et al., 1997). *Paspalum dilatatum* (Zucol, 1996 a, 2000). *Paspalum notatum* var. *saurae* Parodi (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum unispicatum* (Scribn. y Merr.) Nash (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum urvillei* Steud. (Zucol, 1996 a, 2000). *Secale anatolicum* Boiss. (Kaplan et al., 1992). *Secale cereale* (Kaplan et al., 1992). *Steinchisma decipiens* (Nees ex Trin.) W.V. Br., descrito como *Panicum decipiens* Nees ex Trin. (Zucol, 1996 a, 1998). *Triticum aegilopoides* (Link) Bal. ex Koem. (Kaplan et al., 1992). *Triticum araraticum* Jakubz. (Kaplan et al., 1992). *Triticum macha* Dekapr. y Menabde (Kaplan et al., 1992). *Triticum sphaerococcum* Percival (Kaplan et al., 1992). *Triticum thaoudar* Reut. ex Hausskin (Kaplan et al., 1992). *Triticum timopheevii* (Zhuk.) Zhuk. (Kaplan et al., 1992).

**Equivalencias clasificatorias.** *Aculeolita acuminata* (Bertoldi de Pomar, 1971).

*Aculeolithum ancistratum* Zucol et  
Brea sp. nov.  
Figuras 2.M, N

**Material. Holotipo.** CDPalbo-mic 167 c 20/62,8 (figura 2.M).

**Paratipo.** CDPalbo-mic 167 b 21,4/84.

**Otro material estudiado.** CDPalbo-mic 167 c 2,2/85,5 (figura 2.N); CDPalbo-mic 167 c 20,5/87,2; CDPalbo-mic 168 4,8/89,6.

**Derivatio nominis.** Nombre derivado de la variante *Aculeolita ancistrata* (Bertoldi de Pomar, 1971).

**Diagnosis.** Fitólitos de área basal ovalada y corta a circular; cuerpo redondeado superficialmente que remata en una barba a modo de gancho. / *Phytolith with oval and short to circular basal area; rounded body superficially that it finishes off in a hook barb.*

**Descripción, dimensiones y variabilidad en tamaño.** Fitólitos con un área basal ovalada y corta a circular; los de contorno circular, generalmente pequeños que no superan los 25  $\mu\text{m}$  de diámetro, mientras que los de área basal ovalada, son de mayor tamaño, con un largo máximo basal promedio de 38  $\mu\text{m}$  y un ancho máximo basal promedio de 25  $\mu\text{m}$ . Cuerpo abultado, que remata en una barba corta recurva a modo de gancho.

**Edad.** Pleistoceno inferior.

**Ubicación estratigráfica.** Formación Alvear (Iriondo, 1980).

**Ubicación geográfica.** Departamento Diamante, provincia de Entre Ríos.

**Afinidad taxonómica.** Este morfotipo fitolítico ha sido descrito en: *Avena sativa* (Baker, 1960). *Dichanthelium sabulorum*, descrito como *Panicum sabulorum* (Zucol, 1996a, 1998). *Echinochloa crusgalli* (L.) P. Beauv. (Bertoldi de Pomar, 1975). *Eragrostis cilianensis* (All.) Vignolo ex Janch. (Houyuan et al., 1997). *Indocalamus latifolius* (Keng) McClure (Houyuan et al., 1997). *Leersia hexandra* (Houyuan et al., 1997). *Lolium multiflorum* Lam. (Parry y Smithson, 1964). *Nassella filiculmis*, descrito como *Stipa filiculmis* (Zucol, 1996a y 1996b). *Nassella philippii*, descrito como *Stipa philippii* (Zucol, 1996a y 1996b). *Oryza sativa* (Pratt, 1932). *Paspalum denticulatum* Trin., descrito como *Paspalum lividum* Trin. ex Schltdl. (Zucol, 1996a, 2000). *Panicum dichotomiflorum* (Zucol, 1996a, 1998). *Paspalum urvillei* (Zucol, 1996a, 2000). *Phalaris minor* Retz. (Parry y Smithson, 1964). *Saccharum spontaneum* L. (Pearsall y Dinan, 1992). *Sasa apoensis* Nakai (Kondo y Sase, 1986). *Setaria parviflora* (Poir.) Kerguelén var. *parviflora*, descrito como *Setaria geniculata* (Lam.) P. Beauv. (Parry y Smithson, 1964). *Steinchisma laxa* (Sw.) Zuloaga, descrito como *Panicum laxum* Sw. (Zucol, 1996 a, 1998). *Thinopyrum junceiforme* (Á. Löve y D. Löve) Á. Löve, descrito como *Agropyrum junceum* subsp. *boreo-atlanticum* Simonet ex Guin. (Pratt, 1932).

**Equivalencias clasificatorias.** Células en *crochet* (Pratt, 1932); *Aculeolita ancistrata* (Bertoldi de Pomar, 1971).

**Observaciones.** Si bien en este morfotipo se hallan dos tendencia bastante marcadas, no existen suficientes características morfométricas como para establecer dos especies diferentes, ya que la principal variación entre ambas tendencias se basan en el tamaño, siendo sus formas bastantes similares. Los especíme-

nes de área basal circular y de menor tamaño, se originan mayoritariamente en ganchos epidérmicos principalmente de gramíneas, denominados *hook* (Metcalf, 1960; Ellis, 1979b) o *crochet* (Pratt, 1932) y se encuentran en las zonas intercostales y menos frecuentemente en las costales de las epidermis foliares (Zucol, 1996a); mientras que los de área basal ovalada, provienen de aguijones, originados en las zonas costales de la epidermis foliar de estos vegetales.

*Aculeolithum aciculatum* Zucol et

Brea sp. nov.

Figuras 2.O, P

**Material. Holotipo.** CDPalbo-mic 167 c 8,5/70,8 (figura 2.O).

**Paratipo.** CDPalbo-mic 167 b 5,7/85,6.

**Otro material estudiado.** CDPalbo-mic 168 6,4/95,7 (figura 2.P); CDPalbo-mic 168 17,2/64,9.

**Derivatio nominis.** Nombre derivado de la variante *Aculeolita aciculata* (Bertoldi de Pomar, 1971).

**Diagnosis.** Fitolito con un área basal muy alargada; cuerpo delgado y barba acicular que prolonga el cuerpo en sentido longitudinal. / *Phytolith with a much lengthened basal area; thin body and acicular barb that it prolongs the body in longitudinal sense.*

**Descripción, dimensiones y variabilidad en tamaño.** Fitolitos con área basal alargada, fina, en algunos casos con extremos agudos, de un largo máximo basal promedio de 35 µm; cuerpo delgado de 12 µm de altura media promedio, de modo que la relación largo máximo basal / altura media resulta siempre superior a 2 (relación L/A promedio 3). Barba acicular, recta, robusta que continua al cuerpo del fitolito en sentido longitudinal.

**Edad.** Pleistoceno inferior.

**Ubicación estratigráfica.** Formación Alvear (Iriondo, 1980).

**Ubicación geográfica.** Departamento Diamante, provincia de Entre Ríos.

**Afinidad taxonómica.** Este morfotipo fitolítico ha sido descrito en: *Avena sativa* (Baker, 1960). *Agrostis capillaris* L., descrito como *Agrostis tenuis* H. Sibth. (Parry y Smithson, 1958b; 1964). *Calamagrostis canescens* (Parry y Smithson, 1958 b). *Chloris virgata* (Houyuan et al., 1997). *Cortaderia selloana* (Zucol, 1999). *Dichanthelium sabulorum*, descrito como *Panicum sabulorum* (Zucol, 1996a, 1998). *Nassella charruana* (Arechav.) Barkworth, descrito como *Stipa charruana* Arech. (Zucol, 1996a y 1996b). *Nassella trichotoma*, descrito como *Stipa trichotoma* (Zucol, 1996a y 1996b). *Oryza sativa* (Houyuan et al., 1997). *Paspalum plicatum* (Zucol, 1996a, 2000). *Steinchisma laxa*, descrito como *Panicum laxum* (Zucol, 1996a, 1998).

**Equivalencias clasificatorias.** *Aculeolita aciculata* (Bertoldi de Pomar, 1971).

División MANGNOLIOPHYTA Cronquist,  
Takhtajan y Zimmermann 1966  
Clase LILIOPSIDA Scopoli 1760  
Subclase COMMELINIDAE Takhtajan 1967  
Orden POALES Burnett 1835

*Flabelolithum* Zucol et Brea gen. nov.

**Especie tipo.** *Flabelolithum euflabelatum* Zucol et Brea.

**Derivatio nominis.** Nombre derivado de la morfotribu Flabelolita (Bertoldi de Pomar, 1971) la cual incluye gran parte de los morfotipos pertenecientes a este género.

**Diagnosis.** Fitolito de cuerpo prismático aplanado, con las caras mayores o frontales flabeladas en uno o en ambos extremos, su desarrollo puede ser simétrico o asimétrico en relación al eje longitudinal. / *Prismatic body phytolith, thin; with fan-shaped contour in their bigger sides in one or in both ends, their development can be symmetrical or asymmetric in relation to the longitudinal axes.*

**Descripción.** Fitolitos de cuerpo aplanado, prismático, con uno o ambos extremos flabelados o en forma de abanico. Cuando existe un único extremo con forma de flabelo, el extremo opuesto es más delgado y se lo denomina pie, las caras laterales del pie pueden ser rectas, cóncavas o irregulares, dispuestas en forma simétrica o asimétrica con respecto al eje longitudinal.

**Equivalencias clasificatorias.** Lithodontium en parte *sensu* Ehremberg (1841-1854); Silicified bulliform cells (Parry y Smithson, 1958a, 1964); Fan-shaped class (Kondo y Sase, 1986; Kondo et al., 1987; Kondo et al., 1994); Fan-shaped phytolith (Twiss, 1992); Bulliform cells -Enlarged thin-walled epidermal cells. Keystone shaped (Mulholland y Rapp, 1992); categoría 50. Bulliform cells, en parte (Pearsall y Dinan, 1992; Pearsall, 2000); Motor cells silica bodies (Fujiwara, 1993); Bulliform: fan-shaped (Shulmeister et al., 1999); Fan-shaped (Bardoni et al., 1999); G2. Bulliform phytoliths. 1. Fan-shaped (Runge, 1999); Flabellulita (Parra y Flórez, 2001).

**Observaciones.** Los fitolitos pertenecientes a este género se originan en su mayoría a partir de células bulliformes o motoras de gramíneas; por lo cual, la cara mayor de estos Fitolitos prismáticos es perpendicular a la superficie epidérmica foliar. Estas células presentan una elevada variabilidad en forma y tamaño, lo cual se hace evidente hasta en las células pertenecientes a una misma zona intercostal foliar de acuerdo a la ubicación de las células en la misma. Estas características dificultan establecer caracteres morfológicos y morfométricos conjuntos para el género, salvo los descriptos en la diagnosis.

*Flabelolithum euflabelathum* Zucol et

Brea sp. nov.

Figura 2.E, F

**Material. Holotipo.** CDPalbo-mic 167 d 20,5/84 (figura 2.E).**Paratipo.** CDPalbo-mic 167 c 14,2/68,8 (figura 2.F).**Otro material estudiado.** CDPalbo-mic 167 c 20,4/82,5; CDPalbo-mic 167 c 22,7/77,8.**Derivatio nominis.** Nombre derivado de la variante *Flabelolita euflabelata* (Bertoldi de Pomar, 1971).**Diagnosis.** Fitolitos de cuerpo prismático aplanado, compuesto por un flabelo y un pie con desarrollo simétrico con respecto al eje longitudinal; flabelo semicircular convexo, largo del pie no mayor a dos veces el largo del flabelo, pie de caras laterales cóncavas. / *Smoothed prismatic phytolith, composed by a fan and a foot with symmetrical development with regard to the longitudinal axis; convex semicircular fan, long of the foot not bigger to twice the long of the fan, foot with concave lateral sides.***Descripción, dimensiones y variabilidad en tamaño.** Fitolitos compuesto por un flabelo semicircular convexo, liso o facetado y un pie de caras laterales cóncavas. Largo total promedio de 33 µm (21 - 51 µm); ancho total promedio 30 µm (19 - 43 µm) y una relación promedio largo total / ancho total de 1 (0,99 - 1,20). La relación largo total / ancho total nunca ha superado 1,20.**Edad.** Pleistoceno inferior.**Ubicación estratigráfica.** Formación Alvear (Iriondo, 1980).**Ubicación geográfica.** Departamento Diamante, provincia de Entre Ríos.**Afinidad taxonómica.** Este morfotipo fitolítico ha sido descrito en: *Chusquea culeou* E. Desv. (Parry y Smithson, 1958 a). *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (Houyuan et al., 1997). *Eragrostis cilianensis*, descrito como *Eragrostis megastachya* (Koeler) Link (Frenguelli, 1930). *Fargesia nitida* (Mitford ex Stapf) Keng f. ex T.P. Yi, descrito como *Sinarundinaria nitida* (Mitford ex Stapf) Nakai (Houyuan et al., 1997). *Guadua angustifolia* Kunth (Bertoldi de Pomar, 1975). *Indocalamus tessellatus* (Munro) Keng f. (Houyuan et al., 1997). *Leersia hexandra* (Houyuan et al., 1997). *Oryza sativa* (Sangster y Parry, 1969; Kondo y Sase, 1986; Pearsall y Dinan, 1992; Fujiwara, 1993; Houyuan et al., 1997). *Phyllostachys viridis* (Rob. A. Young) McClure (Houyuan et al., 1997). *Pleioblastus akebono* (Makino) Nakai (Kondo y Sase, 1986). *Pseudosasa japonica* (Siebold y Zucc. ex Steud.) Makino ex Nakai (Taugourdeau-Lantz et al., 1976; Houyuan et al., 1997). *Setaria parviflora* var. *parviflora*, descrito como *Setaria geniculata* (Bertoldi de Pomar, 1971). *Sieglingia decumbens* (L.) Bernh (Parry y Smithson, 1958b; 1964). *Trachypogon spicatus* (L. f.) Kuntze, descrito como *Trachypogon mollis* Nees (Sondahl y Labouriau, 1970). *Zizania latifolia* (Griseb.)Turcz. ex Stapf, descrito como *Zizania caduciflora* (Turcz. ex Trin.) Hand.-Mazz (Houyuan et al., 1997).**Equivalencias clasificatorias.** *Flabelolita euflabelata* (Bertoldi de Pomar, 1971); tipo morfológico 922 (Ellis, 1979a).*Flabelolithum complanatum* Zucol et

Brea sp. nov.

Figuras 2.G, H

**Material. Holotipo.** CDPalbo-mic 167 c 18,2/86,4 (figura 2.H).**Paratipo.** CDPalbo-mic 167 b 22,5/69,9 (figura 2.G).**Otro material estudiado.** CDPalbo-mic 167 c 16,5/89; CDPalbo-mic 167 b 2/84; CDPalbo-mic 167 b 18,2/87,6.**Derivatio nominis.** Nombre derivado de la variante *Flabelolita complanata* (Bertoldi de Pomar, 1971).**Diagnosis.** Fitolitos en forma de abanico, con contorno cuneiforme, lateralmente adelgazados; caras laterales del pie planas; pie ancho de lados rectos. / *Fan shaped phytolith with cuneiform outline, laterally compressed; plane lateral sides of feet; wide feet, with straight sides, whose long it never overcomes four times the long of the fan; slightly convex fan.***Descripción, dimensiones y variabilidad en tamaño.**

Fitolitos de aspecto cuneiforme, lateralmente comprimido; caras laterales planas; pie ancho, de lados rectos, cuyo largo no supera nunca cuatro veces el largo del flabelo; flabelo levemente convexo. Largo total promedio 75,5 µm (60,0 - 84,5 µm), el largo del flabelo no ha superado los 17,0 µm; ancho total promedio 55,5 µm (40,5 - 67,0 µm) (que para este morfotipo concuerda con el ancho superior del pie) y una relación Lt/At promedio de 1,20 (1,36)1,50; ancho inferior promedio del pie 14,0 µm.

**Edad.** Pleistoceno inferior.**Ubicación estratigráfica.** Formación Alvear (Iriondo, 1980).**Ubicación geográfica.** Departamento Diamante, provincia de Entre Ríos.**Afinidad taxonómica.** Este morfotipo fitolítico ha sido descrito en: *Indocalamus latifolius* (Houyuan et al., 1997). *Jarava brachychaeta*, descrito como *Stipa brachychaeta* (Zucol, 1996a y 1996b). *Nassella trichotoma*, descrito como *Stipa trichotoma* (Zucol, 1996a y 1996b). *Oryza sativa* (Houyuan et al., 1997). *Panicum bergii* Arechav. (Zucol, 1996a, 1998). *Paspalum denticulatum*, descrito como *Paspalum lividum* (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum dilatatum* (Zucol, 1996, 2000). *Paspalum nicorae* Parodi (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum notatum* var. *saurae* (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum plicatulum* (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum unispicatum* (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum urvillei* (Zucol, 1996a, 2000). *Pleioblastus amarus* (Keng) Keng f. (Houyuan et al., 1997). *Steinchisma laxa*, descrito como *Panicum laxum* (Zucol, 1996a, 1998). *Trachypogon spicatus*, descrito como *Trachypogon mollis* (Sondahl y

Labouriau, 1970). *Zizania latifolia*, descrito como *Zizania caduciflora* (Houyuan *et al.*, 1997).

**Equivalencias clasificatorias.** *Flabelolita complanata* (Bertoldi de Pomar, 1971); tipo morfológico 921 (Ellis, 1979a).

División MANGNOLIOPHYTA Cronquist,  
Takhtajan y Zimmermann 1966  
Clase LILIOPSIDA Scopoli 1760  
Subclase COMMELINIDAE Takhtajan 1967  
Orden *Incertae sedis*

***Macroprismatolithum* Zucol et Brea gen. nov.**

**Especie tipo.** *Macroprismatolithum psilaristatum* Zucol et Brea.

**Derivatio nominis.** Nombre derivado de la morfotribu Prismatolita (Bertoldi de Pomar, 1971), el prefijo macro alude a que el tamaño promedio de estos fitolitos se encuentra en el rango de los macrosilicofitolitos propuesto por esta autora.

**Diagnosis.** Fitolitos prismáticos aplanados, de cara superficial lisa o con protuberancias papilosas, con aristas laterales que pueden ser lisas, onduladas, denticuladas, serradas, de un largo superior a 20  $\mu\text{m}$ ; extremos planos o cóncavos. / *Smoothed prismatic phytoliths, superficial side flat or with protuberances papillae-like, lateral edges wavy, denticulated, jagged, with more than 20  $\mu\text{m}$  of long; plane or concave ends.*

**Descripción.** Fitolitos prismáticos aplanados, de cara superficial lisa, rugosa o con protuberancias papilosas, y aristas laterales lisas, onduladas, denticuladas, serradas, dendriformes; cara lateral lisa o facetada, desarrollada de acuerdo al contorno de las caras superficiales; extremos planos o cóncavos. De formas y dimensiones muy variables, principalmente en relación con el origen de los mismos.

**Equivalencias clasificatorias.** Lithodermatium en parte *sensu* Ehremberg (1841-1854); Elongate class (Twiss *et al.*, 1969; Kondo y Sase, 1986; Kondo *et al.*, 1987; Kondo *et al.*, 1994); morfotribu Prismatolita (Bertoldi de Pomar, 1971); tipo I. Plates (Brown, 1984; 1986); Elongate phytolith (Twiss, 1992); categoría 10. Epidermal quadrilaterals (Pearsall y Dinan, 1992; Pearsall, 2000); Elongate phytoliths, en parte (Runge, 1999); Elongate: rectangular (Shulmeister, *et al.*, 1999); Elongate (Bardoni *et al.*, 1999); Prismatolita (Parra y Flórez, 2001).

**Observaciones.** Estos fitolitos se relacionan en su origen principalmente con células largas epidérmicas de gramíneas y ciperáceas, si bien han sido observadas en otros grupos como arecáceas, podostemáceas, etc. En lo que a sus formas y dimensiones respecta, Bertoldi de Pomar (1971) los cita como macrosilicofitolitos, vale decir fitolitos de más de 40  $\mu\text{m}$  de largo, pudiendo llegar en este caso particular hasta los 200

$\mu\text{m}$  de longitud. El estudio fitolíticos de distintos grupos de gramíneas (Zucol, 1996a, 1999b, 2001), muestra que este morfotipo presenta dos rangos de distribución en lo referente a su tamaño: uno el mencionado por Bertoldi de Pomar (1971) principalmente vinculado a las células largas típicas; mientras que existe un segundo grupo, que de acuerdo a la clasificación de esta autora debería ser considerado como microsilicofitolitos, vale decir menores a 40  $\mu\text{m}$  de largo, que son en general prismáticos de contornos lisos, cuyo origen anatómico, puede estar vinculado en parte a células largas epidérmicas, pero también y dado que en muchos casos no poseen las características morfológicas de las células largas, se estima que su origen pueden estar vinculado a otros componentes epidérmicos como subepidérmicos. La delimitación de los morfotipos de este género ha sido realizada en el marco de esta variabilidad mencionada, sumado a la separación que hiciera esta autora en dos submorfotribus (Euprismatolita y Nasoprismatolita), lo cual no se considera como características de relevancia para establecer un rango clasificatorio intermedio, y puede ser tratado en la delimitación de cada morfoespecie.

En lo referente al tamaño, las células largas foliares de distintos grupos de gramíneas (Zucol, 1996 a) muestra que las células largas adaxiales poseen un largo promedio de 85  $\mu\text{m}$  (151 - 38,5  $\mu\text{m}$ ), un ancho promedio de 14,5  $\mu\text{m}$  (19,6 - 8,8  $\mu\text{m}$ ) y una relación largo promedio / ancho promedio de 6 (10 - 2,5); mientras que las células largas abaxiales poseen un largo promedio de 95  $\mu\text{m}$  (145 - 55  $\mu\text{m}$ ), un ancho promedio de 15,5  $\mu\text{m}$  (23,5 - 8,9  $\mu\text{m}$ ) y una relación largo promedio / ancho promedio de 6,7 (11 - 3,7). Para su descripción, considerando la ubicación en el tejido epidérmico de estas células se ha denominado cara superficial superior a la cara de mayor tamaño coincidente con la superficie epidérmica y su correlato inferior, caras laterales a las caras laterales longitudinales y extremos a las caras laterales anticlinales (véase apéndice).

***Macroprismatolithum psilaristatum* Zucol et  
Brea sp. nov.  
Figura 3.A**

**Material. Holotipo.** CDPalbo-mic 167 a 16/67 (figura 3.A).

**Paratipo.** CDPalbo-mic 167 a 8,5/91,5.

**Otro material estudiado.** CDPalbo-mic 167 c 18,5/67,5; CDPalbo-mic 167 b 21,2/81,9; CDPalbo-mic 167 b 15,3/65,7.

**Derivatio nominis.** Nombre derivado de la variante *Euprismatolita psilaristata* (Bertoldi de Pomar, 1971).

**Diagnosis.** Fitolito prismáticos de aristas de las caras superficiales lisas; extremos lisos, irregulares o regulares / *Prismatic phytoliths with smooth edges of the superficial sides; smooth, irregular or regular ends.*

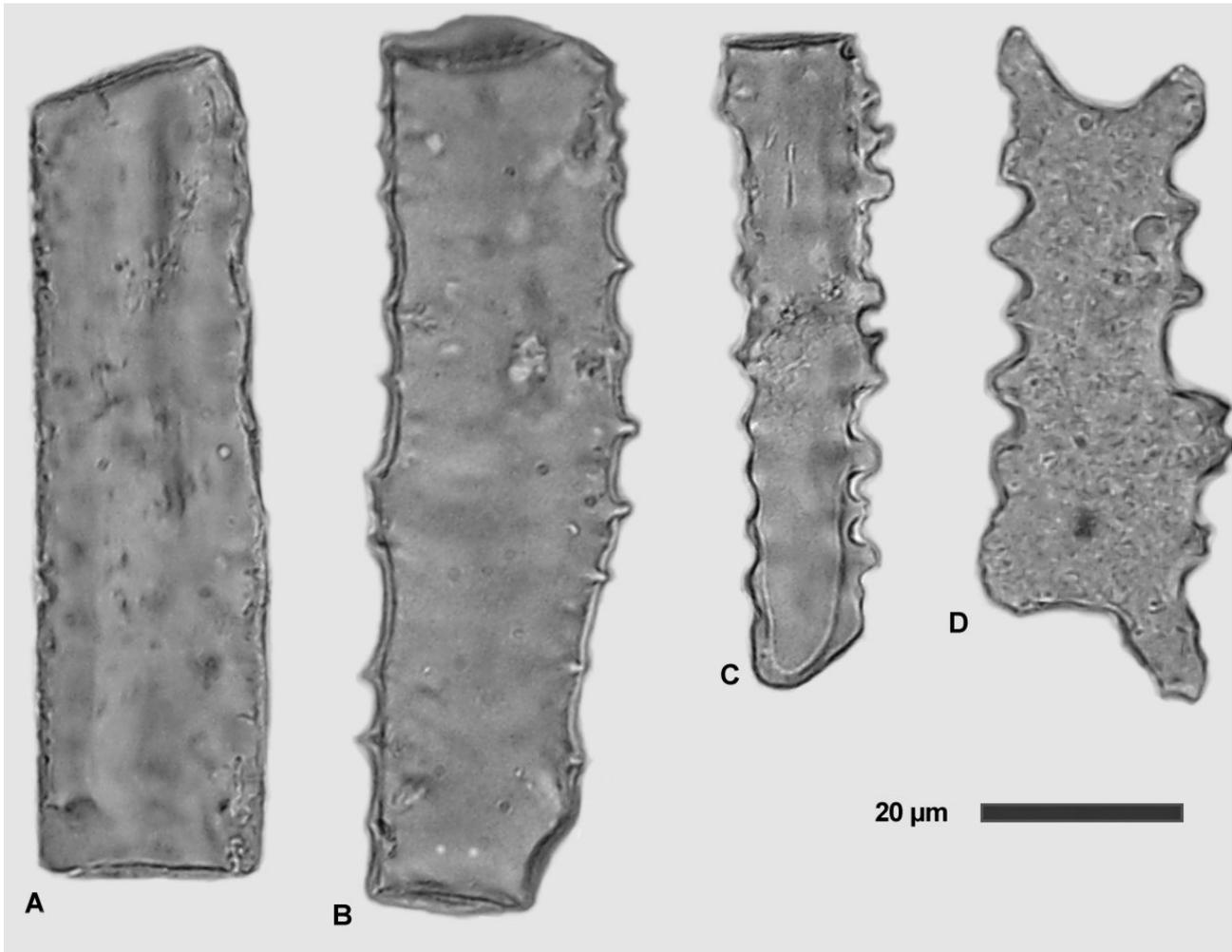


Figura 3. A, *Macroprismatolithum psilaristathum* Zucol et Brea (CDPalbo-mic 167a 16/67); B, *Macroprismatolithum denticulathum* Zucol et Brea (CDPalbo-mic 168 22/90); C, *Macroprismatolithum undulathum* Zucol et Brea (CDPalbo-mic 167 c 6/74); D, *Macroprismatolithum excavathum* Zucol et Brea (CDPalbo-mic 168 2/71,3).

**Descripción, dimensiones y variabilidad en tamaño.** Fitólitos prismáticos de 50,7 µm de largo promedio (137 - 20 µm) y 13,5 µm de ancho promedio (20 - 8,6 µm), y una relación largo / ancho promedio de 3,7 (7,4 - 2,1). Cara superficiales de sección rectangular y aristas lisas, extremos más o menos rectos, regulares o irregulares, dispuestos en forma perpendicular o inclinados con respecto a las caras laterales longitudinales, es rara la presencia de extremos levemente cóncavos.

**Edad.** Pleistoceno inferior.

**Ubicación estratigráfica.** Formación Alvear (Iriondo, 1980).

**Ubicación geográfica.** Departamento Diamante, provincia de Entre Ríos.

**Afinidad taxonómica.** Este morfotipo fitolítico ha sido descrito en: *Agenium villosum* (Nees) Pilg., descrito como *Andropogon villosus* (Nees) Ekman (Da

Silva y Labouriau, 1970) y *Heteropogon villosus* Nees (Sendulsky y Labouriau, 1966). *Andropogon carinatus* Nees (Da Silva y Labouriau, 1970). *Andropogon gerardii* Vitman (Twiss, 1983). *Andropogon selloanus* (Hack.) Hack. (Sendulsky y Labouriau, 1966). *Aristida* sp. L. (Twiss, 1983). *Avena* sp. L. (Twiss, 1983). *Axonopus siccus* (Nees) Kuhl., descrito como *Paspalum barbatum* Nees=*Paspalum barbigerum* Kunth (De Campos y Labouriau, 1969) y *Axonopus barbigenus* (Sendulsky y Labouriau, 1966). *Bouteloua aristoides* Kunth, descrito como *Bouteloua gracilis* Vasey (Twiss, 1983). *Bouteloua curtispindula* (Michx.) Torr. (Twiss, 1983). *Bouteloua hirsuta* Lag. (Twiss, 1983). *Bromus inermis* Leyss. (Twiss, 1983). *Bromus pumpeilianus* Scribn. (Blackman, 1971). *Cortaderia selloana* (Frenguelli, 1930; Zucol, 1999b). *Ctenium polystachyum* Balansa (Sendulsky y Labouriau, 1966). *Dactylis glomerata* L. (Kondo y Sase, 1986). *Dichanthelium sabu-*

lorum, descrito como *Panicum sabulorum* (Zucol, 1996 a, 1998). *Echinochloa crusgalli* (Bertoldi de Pomar, 1971). *Elymus repens*, descrito como *Agropyron repens* (Brown, 1984). *Eriochloa distachya* Kunth (De Campos y Labouriau, 1969). *Fargesia nitida*, descrito como *Sinarundinaria nitida* (Houyuan, et al., 1997). *Hordeum vulgare* L. (Twiss, 1983). *Ichnanthus inconstans* (Trin. ex Nees) Doell, descrito como *Ichnanthus sericans* Hack. (Sendulsky y Labouriau, 1966). *Ischaemum rugosum* Salisb (Sendulsky y Labouriau, 1966; Sondahl y Labouriau, 1970). *Jarava brachychaeta*, descrito como *Stipa brachychaeta* (Zucol, 1996a y b). *Jarava plumosa*, descrito como *Stipa papposa* (Zucol, 1996a y b). *Anthaenantia lanata* (Kunth) Benth, descrito como *Leptocoryphium lanatum* (Kunth) Nees (Sondahl y Labouriau, 1970). *Mesosetum loliiforme* (Hochst. ex Steud.) Chase, descrito como *Mesosetum latifolium* Swallen (Sendulsky y Labouriau, 1966). *Nassella charruana*, descrito como *Stipa charruana* (Zucol, 1996a y b). *Nassella filiculmis*, descrito como *Stipa filiculmis* (Zucol, 1996a y b). *Nassella hyalina*, descrito como *Stipa hyalina* (Zucol, 1996a y b). *Nassella neesiana*, descrito como *Stipa neesiana* (Zucol, 1996a y b). *Nassella philippii*, descrito como *Stipa philippii* (Zucol, 1996a y b). *Nassella trichotoma*, descrito como *Stipa trichotoma* (Zucol, 1996a y b). *Oryza sativa* (Houyuan et al., 1997). *Panicum bergii* (Zucol, 1996 a, 1998). *Panicum prionitis* (Zucol, 1996 a, 1998). *Panicum virgatum* L. (Twiss, 1983). *Paspalum conjugatum* Berg. (Sondahl y Labouriau, 1970). *Paspalum denticulatum*, descrito como *Paspalum lividum* (Zucol, 1996 a, 2000). *Paspalum dilatatum* (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum falcatum* Nees ex Steud. (De Campos y Labouriau, 1969). *Paspalum guenoarum* Arech. var. *rojasii* (Hack.) Parodi ex Burkart, descrito como *Paspalum rojasii* Hack. (De Campos y Labouriau, 1969). *Paspalum nicorae* (Zucol, 1996 a, 2000). *Paspalum notatum* var. *saurae* (Zucol, 1996 a, 2000). *Paspalum plicatulum* (Zucol, 1996 a, 2000). *Paspalum unispicatum* (Zucol, 1996 a, 2000). *Paspalum urvillei* (Zucol, 1996 a, 2000). *Poa pratensis* L. (Twiss, 1983). *Saccharum officinarum* L. (Baker, 1961). *Schizachyrium condensatum* (Kunth) Nees, descrito como *Andropogon condensatus* H.B.K. (Da Silva y Labouriau, 1970) y *Andropogon scoparium* J. Presl (Twiss, 1983). *Schizachyrium sanguineum* (Retz.) Alston, descrito como *Andropogon acuminatus* Swallen (Sondahl y Labouriau, 1970) y *Andropogon semiberbis* (Nees) Kunth (Da Silva y Labouriau, 1970). *Secale cereale* (Blackman y Parry, 1968). *Sesleria caerulea* (L.) Ard. (Grob, 1896). *Sorghastrum pellitum* (Hack.) Parodi, descrito como *Sorghastrum nutans* (L.) Nash. (Twiss, 1983). *Sorghum vulgare* Pers. (Twiss, 1983). *Steinchisma decipiens* (Nees ex Trin.) W.V. Br., descrito como *Panicum decipiens* Nees ex Trin. (Zucol, 1996a, 1998). *Steinchisma hians* (Elliott) Nash, descrito como *Panicum hians* Elliott (Zucol, 1996a, 1998). *Streptostachys*

*macrantha* (Trin.) Zuloaga & Soderstr., descrito como *Panicum macranthum* Trin. (Da Silva y Labouriau, 1970). *Streptostachys ramosa* Zuloaga y Soderstr., descrito como *Thrasya petrosa* (Trin) Chase, (= *Tylotrasva petrosa* Döll) (Da Silva y Labouriau, 1970). *Trachypogon spicatus*, descrito como *Trachypogon canescens* Nees, (= *Trachypogon filifolius* (Hack.) Hitchc.) (Da Silva y Labouriau, 1970). *Triticum aestivum* L. (Twiss, 1983). *Vulpia octoflora* (Walter) Rydb. (Brown, 1984). *Zea mays* L. (Twiss, 1983). *Zizania latifolia*, descrito como *Zizania caduciflora* (Houyuan et al., 1997).

**Equivalencias clasificatorias.** Elongate, smooth, en parte (Twiss et al., 1969); Euprismatolita psilaristata (Bertoldi de Pomar, 1971); sub-categoría A 3. Smooth elongate phytoliths (Runge, 1999).

**Observaciones.** Bertoldi de Pomar (1971), para este morfotipo describe una relación largo : ancho aproximada de 2 : 1, lo cual si bien concuerda con los resultados de estos análisis, representa el piso de la variación hallada para este coeficiente (2,1), siendo la media descrita aquí de 3,7 con máximos de 7,4. Este rango de coeficiente se encuentra dentro de los valores descritos para las células largas analizadas (Zucol, 1996a) 6 (11 - 2,5).

*Macroprismatolithum denticulatum* Zucol et

Brea sp. nov.

Figura 3.B

**Material. Holotipo.** CDPalbo-mic 168 22/82,3 (figura 3.B).

**Paratipo.** CDPalbo-mic 167 b 17/64,5.

**Otro material estudiado.** CDPalbo-mic 167 c 17/72,2; CDPalbo-mic 168 15/90.

**Derivatio nominis.** Nombre derivado de la variante Euprismatolita denticulata (Bertoldi de Pomar, 1971).

**Diagnosis.** Fitolito prismáticos de aristas de las caras superficiales denticuladas; extremos lisos, irregulares o regulares. Prismatic phytoliths with denticulated edges of the superficial sides; smooth, irregular or regular ends.

**Descripción, dimensiones y variabilidad en tamaño.** Fitolitos prismáticos de 51,5 µm de largo promedio (75,5 - 29 µm) y 14 µm de ancho promedio (19 - 6,5 µm), y una relación largo / ancho promedio de 3,8 (4,6 - 2,6). Caras superficiales de sección rectangular y aristas con pequeños dientes agudos, extremos más o menos rectos, regulares o irregulares, dispuestos en forma perpendicular o inclinada con respecto a las caras laterales longitudinales, es rara la presencia de extremos levemente cóncavos.

**Edad.** Pleistoceno inferior.

**Ubicación estratigráfica.** Formación Alvear (Iriondo, 1980).

**Ubicación geográfica.** Departamento Diamante, provincia de Entre Ríos.

**Afinidad taxonómica.** Este morfotipo fitolítico ha sido descrito en: *Andropogon carinatus* (Da Silva y Labouriau, 1970). *Andropogon gerardii* (Twiss, 1983). *Aristida* sp. (Twiss, 1983). *Avena* sp. (Twiss, 1983). *Bambusa* sp. Schreber (Twiss, 1983). *Bambusa verticillata* Willd. (Grob, 1896). *Bouteloua curtipendula* (Twiss, 1983). *Bouteloua aristidoides*, descrito como *Bouteloua gracilis* (Twiss, 1983). *Bouteloua dactyloides*, descrito como *Buchloe dactyloides* (Twiss, 1983). *Bouteloua hirsuta* (Twiss, 1983). *Bromus erectus* Huds. (Parry y Smithson, 1964). *Bromus inermis* (Twiss, 1983). *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth (Parry y Smithson, 1966). *Dichanthelium sabulorum*, descrito como *Panicum sabulorum* (Zucol, 1996 a, 1998). *Echinochloa crusgalli* (Bertoldi de Pomar, 1971). *Echinochloa inflexa* (Poir.) Chase (Sendulsky y Labouriau, 1966). *Festuca ovina* L. (Brown, 1984). *Hilaria mutica* (Buckley) Benth. (Twiss, 1983). *Hordeum vulgare* (Twiss, 1983). *Jarava brachychaeta*, descrito como *Stipa brachychaeta* (Zucol, 1996a y b). *Anthraenantia lanata*, descrito como *Leptocoryphium lanatum* (Sondahl y Labouriau, 1970). *Nardus stricta* L. (Parry y Smithson, 1966; 1958b). *Nassella charruana*, descrito como *Stipa charruana* (Zucol, 1996a y b). *Nassella filiculmis*, descrito como *Stipa filiculmis* (Zucol, 1996a y b). *Nassella hyalina*, descrito como *Stipa hyalina* (Zucol, 1996a y b). *Nassella neesiana*, descrito como *Stipa neesiana* (Zucol, 1996a y b). *Panicum bergii* (Zucol, 1996a, 1998). *Panicum gouinii* E. Fourn. (Zucol, 1996a, 1998). *Panicum prionitis* (Zucol, 1996a, 1998). *Panicum virgatum* (Twiss, 1983). *Paspalum conjugatum* (Sondahl y Labouriau, 1970). *Paspalum denticulatum*, descrito como *Paspalum lividum* (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum lineare* Trin. (= *Paspalum neesii* Kunth) (De Campos y Labouriau, 1969). *Paspalum nicorae* (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum notatum* (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum notatum* var. *saurae* (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum plicatum* (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum urvillei* (Zucol, 1996a, 2000). *Poa pratensis* (Twiss, 1983). *Schizachyrium condensatum*, descrito como *Andropogon scoparium* (Twiss, 1983). *Saccharum officinarum* (Twiss, 1983). *Schedonorus arundinaceus* (Schreb.) Dumort., descrito como *Festuca elatior* L. (Twiss, 1983). *Secale* sp. L. (Twiss, 1983). *Sorghastrum pellitum*, descrito como *Sorghastrum nutans* (Twiss, 1983). *Sorghum vulgare* (Twiss, 1983). *Steinchisma decipiens* (Nees ex Trin.) W.V. Br., descrito como *Panicum decipiens* Nees ex Trin. (Zucol, 1996a, 1998). *Steinchisma hians*, descrito como *Panicum hians* (Zucol, 1996a, 1998). *Streplostachys macrantha*, descrito como *Panicum macranthum* (Da Silva y Labouriau, 1970). *Themeda triandra* Forssk. (Kondo y Sase, 1986). *Triticum aestivum* (Twiss, 1983). *Zea mays* (Twiss, 1983).

**Equivalencias clasificatorias.** Elongate, spiny, en parte (Twiss *et al.*, 1969); Euprismatolita denticulata (Bertoldi de Pomar, 1971).

*Macroprismatolithum undulatum* Zucol et

Brea sp. nov.

Figura 3.C

**Material. Holotipo.** CDPalbo-mic 167 c 6/74 (figura 3.C).

**Paratipo.** CDPalbo-mic 168 2/89,7.

**Otro material estudiado.** CDPalbo-mic 167 b 15,4/83,7; CDPalbo-mic 167 c 18/74,4; CDPalbo-mic 167 b 10,7/81,4; CDPalbo-mic 167 c 11/62,7.

**Derivatio nominis.** Nombre derivado de la variante *Euprismatolita undulata* (Bertoldi de Pomar, 1971).

**Diagnosis.** Fitolito prismáticos de aristas de las caras superficiales onduladas; extremos lisos, irregulares o regulares. / *Prismatic phytoliths with smooth edges of the superficial sides; smooth, irregular or regular ends.*

**Descripción, dimensiones y variabilidad en tamaño.** Fitolitos prismáticos de 40 µm de largo promedio (67 - 23 µm) y 15 µm de ancho promedio (26 - 8,75 µm), y una relación largo / ancho promedio de 2,5 (4 - 1,5). Caras superficiales de sección rectangular y aristas onduladas regulares o irregulares, extremos más o menos rectos, regulares o irregulares, dispuestos en forma perpendicular o inclinada con respecto a las caras laterales longitudinales, es rara la presencia de extremos levemente cóncavos.

**Edad.** Pleistoceno inferior.

**Ubicación estratigráfica.** Formación Alvear (Iriondo, 1980).

**Ubicación geográfica.** Departamento Diamante, provincia de Entre Ríos.

**Afinidad taxonómica.** Este morfotipo fitolítico ha sido descrito en: *Agenium villosum*, descrito como *Andropogon villosus* (Da Silva y Labouriau, 1970) y *Heteropogon villosus* (Sendulsky y Labouriau, 1966). *Andropogon carinatus* (Da Silva y Labouriau, 1970). *Andropogon gerardii* (Twiss, 1983). *Andropogon leucostachyus* Kunth (Sendulsky y Labouriau, 1966). *Anthoxanthum odoratum* L. (Parry y Smithson, 1964). *Axonopus capillaris* (Lam.) Chase (Sondahl y Labouriau, 1970). *Axonopus siccus*, descrito como *Paspalum barbatum*=*Paspalum barbigerum* (De Campos y Labouriau, 1969). *Aristida recurvata* H.B.K. (Sendulsky y Labouriau, 1966). *Avena* sp. (Twiss, 1983). *Avena fatua* L. (Parry y Smithson, 1964). *Bambusa* sp. (Twiss, 1983). *Bouteloua curtipendula* (Twiss, 1983). *Bouteloua dactyloides*, descrito como *Buchloe dactyloides* (Twiss, 1983). *Bromus pumpeianus* (Blackman, 1971). *Cortaderia selloana* (Zucol, 1999). *Cynodon dactylon* (Houyuan, *et al.*, 1997). *Ctenium polystachyum* (Sendulsky y Labouriau, 1966). *Cynosurus cristatus* L. (Parry y Smithson, 1964). *Dactylis glomerata* (Kondo y Sase, 1986). *Dichanthelium sabulorum*, descrito como *Panicum sabulorum* (Zucol, 1996a, 1998). *Echinochloa crusgalli* (Bertoldi de Pomar, 1975). *Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb. (Parry y Smithson, 1964). *Hordeum*

*vulgare* (Twiss, 1983). *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf (Sendulsky y Labouriau, 1966). *Indocalamus latifolius* (Houyuan et al., 1997). *Indocalamus tessellatus* (Houyuan, et al., 1997). *Ischaemum rugosum* (Sendulsky y Labouriau, 1966; Sondahl y Labouriau, 1970). *Jarava brachychaeta*, descripto como *Stipa brachychaeta* (Zucol, 1996a y b). *Jarava plumosa*, descripto como *Stipa papposa* (Zucol, 1996 a y b). *Leersia hexandra* (Houyuan et al., 1997). *Nassella charruana*, descripto como *Stipa charruana* (Zucol, 1996a y 1996b). *Nassella filiculmis*, descripto como *Stipa filiculmis* (Zucol, 1996a y 1996b). *Nassella hyalina*, descripto como *Stipa hyalina* (Zucol, 1996a y b). *Nassella neesiana*, descripto como *Stipa neesiana* (Zucol, 1996a y 1996b). *Nassella philippii*, descripto como *Stipa philippii* (Zucol, 1996a y 1996b). *Nassella trichotoma*, descripto como *Stipa trichotoma* (Zucol, 1996a y 1996b). *Oplismenopsis najada* (Hack. y Arechav.) Parodi (Bertoldi de Pomar, 1971). *Oplismenus hirtellus* subsp. *undulatifolius* (Ard.) U. Scholz, descripto como *Oplismenus undulatifolius* (Ard.) P. Beauv. (Kondo y Sase, 1986). *Oryza sativa* (Grob, 1896; Houyuan, et al., 1997). *Panicum bergii* (Zucol, 1996a, 1998). *Panicum cervicatum* Chase (Sendulsky y Labouriau, 1966). *Panicum dichotomiflorum* (Zucol, 1996a, 1998). *Panicum gouinii* (Zucol, 1996 a, 1998). *Panicum prionitis* (Zucol, 1996a, 1998). *Panicum virgatum* (Twiss, 1983). *Paspalum convexum* Humb. et Bonpl. (Sondahl y Labouriau, 1970). *Paspalum denticulatum*, descripto como *Paspalum lividum* (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum dilatatum* (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum falcatum* (De Campos y Labouriau, 1969). *Paspalum guenoarum* var. *rojasii*, descripto como *Paspalum rojasii* (De Campos y Labouriau, 1969). *Paspalum nicorae* (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum notatum* (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum notatum* var. *saurae* (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum plicatulum* (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum scalare* Trin., descripto como *Paspalum scalare* var. *glabriglume* Döll (Sondahl y Labouriau, 1970). *Paspalum trachycoleon* Steud. (De Campos y Labouriau, 1969). *Paspalum unispicatum* (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum urvillei* (Zucol, 1996 a, 2000). *Phyllostachys heterocycla* (Carrière) Mitford (Houyuan, et al., 1997). *Pleiblastus amarus* (Houyuan, et al., 1997). *Pleiblastus maculatus* (McClure) C. D. Chu & C. S. Chao (Houyuan et al., 1997). *Schedonorus arundinaceus* (Schreb.) Dumort., descripto como *Festuca elatior* L. (Twiss, 1983). *Schizachyrium condensatum*, descripto como *Andropogon paniculatus* Kunth (Sondahl y Labouriau, 1970), descripto como *Andropogon scoparium* (Twiss, 1983). *Schizachyrium sanguineum*, descripto como *Andropogon acuminatus* (Sondahl y Labouriau, 1970) y *Andropogon semiberbis* (Da Silva y Labouriau, 1970). *Saccharum officinarum* (Twiss, 1983). *Secale* sp. (Twiss, 1983). *Sorghastrum pellitum*, descripto como *Sorghastrum nutans* (Twiss, 1983). *Sorghum vulgare* (Twiss, 1983). *Steinchisma decipiens* (Nees

ex Trin.) W.V. Br., descripto como *Panicum decipiens* Nees ex Trin. (Zucol, 1996a, 1998). *Steinchisma hians*, descripto como *Panicum hians* (Zucol, 1996a, 1998). *Steinchisma laxa*, descripto como *Panicum laxum* (Zucol, 1996a, 1998). *Streptostachys macrantha*, descripto como *Panicum macranthum* (Da Silva y Labouriau, 1970). *Trachypogon spicatus*, descripto como *Trachypogon mollis* (Sondahl y Labouriau, 1970). *Triticum aestivum* (Bertoldi de Pomar, 1975). *Zea mays* (Twiss, 1983). *Zizania latifolia*, descripto como *Zizania caduciflora* (Houyuan et al., 1997).

**Equivalencias clasificatorias.** *Euprismatolita ondulata* (Bertoldi de Pomar, 1971).

*Macroprismatolithum excavatum* Zucol et

Brea sp. nov.

Figura 3.D

**Material. Holotipo.** CDPalbo-mic 168 2/71,3 (figura 3.D).

**Paratipo.** CDPalbo-mic 167 b 18/65,9.

**Otro material estudiado.** CDPalbo-mic 167 c 13,4/63; CDPalbo-mic 168 12/91,4.

**Derivatio nominis.** Nombre derivado de la variante *Euprismatolita excavata* (Bertoldi de Pomar, 1971).

**Diagnosis.** Fitolito prismáticos de aristas de las caras superficiales lisas, denticuladas u onduladas; con uno o ambos extremos marcadamente cóncavos. / *Prismatic phytoliths with smooth, denticulated or undulated edges of the superficial sides; with one or both ends strongly concave.*

**Descripción, dimensiones y variabilidad en tamaño.** Fitolitos prismáticos, con caras superficiales de sección rectangular y aristas lisas, denticuladas u onduladas, uno o ambos extremos marcadamente cóncavos. De tamaño variable, si bien se ha registrado una mayor abundancia de células de 45 µm de largo promedio por 14 µm de ancho promedio.

**Edad.** Pleistoceno inferior.

**Ubicación estratigráfica.** Formación Alvear (Iriondo, 1980).

**Ubicación geográfica.** Departamento Diamante, provincia de Entre Ríos.

**Afinidad taxonómica.** Este morfotipo fitolítico ha sido descripto en: *Andropogon carinatus* (Da Silva y Labouriau, 1970). *Axonopus capillaris* descripto como *Axonopus extenuatus* (Nees) Kuhl. (Sendulsky y Labouriau, 1966). *Cortaderia selloana* (Zucol, 1999). *Cynodon dactylon* (Houyuan et al., 1997). *Dactylis glomerata* (Parry y Smithson, 1964). *Echinochloa polystachya* var. *polystachya*, descripto como *Echinochloa polystachia* (Bertoldi de Pomar, 1971). *Jarava brachychaeta*, descripto como *Stipa brachychaeta* (Zucol, 1996a y 1996b). *Lolium perenne* (Parry y Smithson, 1964). *Nardus stricta* (Parry y Smithson, 1964). *Nassella charruana*, descripto como *Stipa charruana* (Zucol, 1996a y 1996b). *Nassella hyalina*, descripto como *Stipa hyalina*

(Zucol, 1996 a y b). *Nassella neesiana*, descrito como *Stipa neesiana* (Zucol, 1996a y 1996b). *Nassella philippii* descrito como *Stipa philippii* (Zucol, 1996a y 1996b). *Nassella trichotoma*, descrito como *Stipa trichotoma* (Zucol, 1996a y 1996b). *Oryza sativa* (Houyuan, et al., 1997). *Panicum bergii* (Zucol, 1996a, 1998). *Panicum campestre* Nees ex Trin. (Da Silva y Labouriau, 1970). *Panicum dichotomiflorum* (Zucol, 1996a, 1998). *Panicum gouinii* (Zucol, 1996a, 1998). *Paspalum convexum* (Sondahl y Labouriau, 1970). *Paspalum denticulatum*, descrito como *Paspalum lividum* (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum dilatatum* (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum nicorae* (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum notatum* (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum notatum* var. *saurae* (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum paniculatum* L. (Sendulsky y Labouriau, 1966). *Paspalum plicatulum* (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum unispicatum* (Zucol, 1996a, 2000). *Paspalum urvillei* (Zucol, 1996a, 2000). *Pleiblastus amarus* (Houyuan et al., 1997). *Pleiblastus maculatus* (Houyuan et al., 1997). *Poa pratensis* (Twiss, 1983). *Schizachyrium condensatum*, descrito como *Andropogon scoparium* (Twiss, 1983). *Saccharum officinarum* (Twiss, 1983). *Setaria italica* (L.) P. Beauv. (Twiss, 1983). *Steinchisma decipiens* (Nees ex Trin.) W.V. Br., descrito como *Panicum decipiens* Nees ex Trin. (Zucol, 1996a, 1998). *Steinchisma laxa*, descrito como *Panicum laxum* (Zucol, 1996a, 1998). *Triticum aestivum* (Twiss, 1983). *Zea mays* (Kondo y Sase, 1986). **Equivalencias clasificatorias.** Elongate, concave ends (Twiss et al., 1969); Euprismatolita excavata (Bertoldi de Pomar, 1971).

**Observaciones.** Este tipo de fitolitos se origina principalmente a partir de la silicificación de células largas interestomáticas, si bien en algunos casos puede originarse de células largas en cuyos extremos se encuentran algún tipo de tricoma como ganchos, aguijones, etc. Los estomas en gramíneas poseen importantes caracteres cuanti y cualitativos en lo referente a su sistemática, y en muchos casos, estos fitolitos permiten establecer de manera indirecta alguno de estos caracteres, los cuales resultan valiosos al momento de establecer la afinidad botánica de fitolitos dispersos.

## Agradecimientos

Este trabajo fue financiado en parte por el proyecto PEI-CO-NICET 6280. Los autores desean agradecer la valiosa colaboración brindada por Fernando O. Zuloaga y Osvaldo Morrone, del Instituto de Botánica Darwinion, la cual contribuyó al enriquecimiento de este trabajo.

## Bibliografía

Archangelsky, S. 1999. Código Internacional de Nomenclatura Botánica (ICBN). *Ameghiniana* 36: 489-490.

- Baker, G. 1960. Hook-shaped opal phytoliths in the epidermal cells of oats. *Australian Journal of Botany* 8: 69-74.
- Baker, G. 1961. Opal phytoliths from sugar cane, San Fernando, Philippine Islands. *Memoirs of the Queensland Museum* 14: 1-12.
- Bardoni, D., Bonnifille, R., Alexandre, A. y Meunier, J.D. 1999. Phytoliths as paleoenvironmental indicators, West Side Middle Awash Valley, Ethiopia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 152: 87-100.
- Bengtson, S. 1985. Taxonomy of disarticulated fossils. *Journal of Paleontology* 59: 1350 - 1358.
- Bertoldi de Pomar, H. 1971. Ensayo de clasificación morfológica de los silicofitolitos. *Ameghiniana* 7: 317-328.
- Bertoldi de Pomar, H. 1975. Los silicofitolitos: sinópsis de su conocimiento. *Darwiniana* 19: 173-206.
- Bertoldi de Pomar, H. 1976. Métodos de preparación de sedimentos clásticos para su estudio microscópico. I. Tratamientos previos. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral* 7: 1-55.
- Blackman, E. 1971. Opaline silica bodies in the range grasses of southern Alberta. *Canadian Journal of Botany* 49: 769-781.
- Blackman, E. y Parry, D.W. 1968. Opaline silica deposition in rye (*Secale cereale* L.). *Annals of Botany* 32: 199-206.
- Bowdery, D., Hart, D.M., Lentfer, C. y Wallis, L.A. 1998. A universal phytolith key. *2nd International Meeting on phytolith Research* (Aix en Provence, Francia) *Volume of Abstract* : 17.
- Brown, D.A. 1984. Prospects and limits of a phytolith key for grasses in the Central United States. *Journal of Archaeological Science* 11: 345-368.
- Brown, D.A. 1986. Taxonomy of Midcontinent grasslands phytolith key. En: I. Rovner (ed.), *Plant opal phytolith analysis in Archaeology and Paleocology*, Occasional papers N° 1 of The Phytolitharien, North Carolina State University: 67-85. Raleigh.
- Cummings, L.S. 1992. Illustrated phytoliths from assorted food plants. En: G. Rapp y S. Mulholland (eds.), *Phytolith Systematics, Emerging Issues*. Advances in Archaeological and Museum Science, Vol. 1: 175-192. Plenum Press, New York.
- Da Silva, S.T. y Labouriau, L.G. 1970. Corpos silicosos de gramíneas dos Cerrados. III. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira -sec. Botânica*- 5: 617-182.
- De Campos, A. C. y Labouriau, L. G. 1969. Corpos silicosos de gramíneas dos Cerrados. II. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira -sec. Botânica*- 4: 143-151.
- Deflandre, G. 1963. Les phytolithaires (Ehrenberg). Nature et signification micropaléontologique, pédologique et géologique. *Protoplasma* 57: 234-259.
- Ehrenberg, C.G. 1841. Über verbreitung und einfluss des mikroskopischen lebens in Süd und Nordamerika. *Monatsbericht der Koiglich Preussischen Akademie der Wissenschaften*: 139-144.
- Ehrenberg, C.G. 1846. Über die vulkanischen Phytolitharien der Insel Ascencion. *Monatsbericht der Koiglich Preussischen Akademie der Wissenschaften*: 191-202.
- Ehrenberg, C.G. 1854. *Mikrogeologie*. Bd. I: text. Bd. II: Atlas. Leopold Voss, Leipzig, 374 pp.
- Ellis, R.P. 1979a. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. I. The leaf-blade as viewed in transverse section. *Bothalia* 12: 65-109.
- Ellis, R.P. 1979b. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. II. The epidermis as seen in surface view. *Bothalia* 12: 641-671.
- Frenguelli, J. 1930. Partículas de sílice organizadas en el loess y en los limos pampeanos. Células silicificadas de Gramíneas. *Anales de la Sociedad Científica de Santa Fe* 2: 65-109.
- Fujiwara, H. 1993. Research into the history of rice cultivation using plant opal analysis. En: Pearsall D.M. y Piperno, D.R. (eds.), *Current research in phytolith análisis: Applications in archaeology and paleoecology*. Museum Applied Science Center for Archaeological, Research papers 10: 147-158.
- Greuter, W., Barrie, F.R., Burdet, H.M., Chaloner, W.G., Demoulin, V., Hawksworth, D.L., Jorgensen, P.M., Nicolson,

- D.H., Silva, P.C. y Trehane, P. 2000. *International Code of Botanical Nomenclature. Regnum Vegetabile* 138. Koeltz Scientific books, Königstein, 474 pp.
- Grob, A. 1896. Beiträge zur Anatomie der Epidermis der Gramineenblätter. *Bibliotheca Botanica* 7: 1-122.
- Hart, D.M., Lentfer, C., Wallis, L.A. y Bowdery, D. 2000. A universal phytolith key: Point class. *3<sup>th</sup> International Meeting on phytolith Research*, Tervuren, Bélgica, Abstract: 13-14.
- Hayward, D.M. y Parry, D.W. 1973. Electron-probe microanalysis studies of silica distribution in barley (*Hordeum sativum* L.). *Annals of Botany* 37: 579-591.
- Houyuan, L., Naiqin, W. y Baozhu, L. 1997. Recognition of rice phytoliths. En: A. Pinilla, J. Juan-Tresserras y M.J. Machado (eds.), *1<sup>o</sup> Encuentro Europeo sobre el estudio de fitolitos. Monografías del Centro de Ciencias Medioambientales*, Madrid, 159-174.
- Iriondo, M.H. 1980. El Cuaternario de Entre Ríos. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral* 11: 125 - 141.
- Kaplan, L., Smith, M.B. y Sneddon, L.A. 1992. Cereal frain phytoliths of Southwest Asia and Europe. En: G. Rapp y S. Mulholland, (eds.), *Phytolith Systematics, Emerging Issues*. Advances in Archaeological and Museum Science, Vol. 1: 149-174. Plenum Press, New York.
- Kondo, R. 1977. Opal phytoliths, inorganic, biogenic particles in plants and soils. *Japan Agricultural Research Quarterly* 11: 198-203.
- Kondo, R. y Peason, T. 1981. Opal phytoliths in tree leaves (Part 2): Opal phytoliths in dicotyledonous angiosperm tree leaves. *Research Bulletin of Obihiro University* 12: 217 - 229.
- Kondo, R. y Sase, T. 1986. Opal phytoliths, their nature and application. *Daiyonki Kenkyu* 25: 31-63.
- Kondo, R., Childs, C. y Atkinson, I. 1994. *Opal phytoliths of New Zealand*. Maanaki Whenua Press, Lincoln. 85 pp.
- Kondo, R., Sase, T. y Kato, Y. 1987. Opal phytolith analysis of andisols with regard to interpretation of paleovegetation. En: D.I. Kinloch (ed.) *Proceedings of the Ninth International Soil Classification Workshop*: 520-534. Japon.
- Lentfer, C., Wallis, L.A., Bowdery, D. y Hart, D.M. 2000. A universal phytolith key: Prismatic/ellipsoid/trapezoid (PET) class. *3<sup>th</sup> International Meeting on phytolith Research*, Tervuren, Bélgica, Abstract: 14.
- Madella, M., Alexandre, A. y Ball, T. 2002. Internacional Code for Phytolith Nomenclature. *4<sup>th</sup> International Meeting on Phytolith Research*, Cambridge, Inglaterra, Abstract : 8.
- Metcalf, C. 1960. *Anatomy of the Monocotyledons. I. Gramineae*. Clarendon Press. 731 pp. Oxford.
- Mulholland, S.C., Rapp, G. y Ollendorf, A.L. 1988. Variation in phytoliths from corn leaves. *Canadian Journal of Botany* 66: 2001-2008.
- Parra, L.N.S. y Flórez, M.T.M. 2001. Propuesta de clasificación morfológica para los Fitólitos altoandinos colombianos. *Crónica forestal y del medio ambiente* 16: 35-66.
- Parry, D.W. y Smithson, F. 1958 a. Silicification of bulliform cells in grasses. *Nature* 181: 1549-1550.
- Parry, D.W. y Smithson, F. 1958 b. Silicification of branched cells in the leaves of *Nardus stricta*. *Nature* 182: 1460-1461.
- Parry, D. W. y Smithson, F. 1964. Types of opaline silica depositions in the leaves of british grasses. *Annals of Botany* 28: 169-185.
- Parry, D.W. y Smithson, F. 1966. Opaline silica in the inflorescences of some British grasses and cereals. *Annals of Botany* 30: 524-538.
- Pearsall, D.M. 2000. *Paleoethnobotany. A handbook of procedures*. 2<sup>o</sup> Ed. Academic Press. San Diego. 700 pp.
- Pearsall, D.M. y Dinan, E.H. 1992. Developing a phytolith classification system. En: G. Rapp y S. Mulholland (eds.), *Phytolith Systematics, Emerging Issues*, Advances in Archaeological and Museum Science, Vol. 1: 37-64. Plenum Press, New York.
- Pinilla, A. y Bustillo, M.A. 1997. Silicofitolitos en secuencias arcillosas con silcretas, Mioceno Medio, Madrid. En: A. Pinilla J. Juan-Tresserras y M.J. Machado (eds.), *1<sup>o</sup> Encuentro Europeo sobre el estudio de fitolitos. Monografías del Centro de Ciencias Medioambientales* N° 4: 255-265. Madrid.
- Piperno, D.R. 1988. *Phytolith analysis. An archaeological and geological perspective*. Academic Press. Londres, 280 pp.
- Pratt, H. 1932. L'épiderme des Graminées: Etude anatomique et systématique. *Annales des Sciences Naturelles Botanique et Biologie Végétale* séries 10, 14: 117-324.
- Rosen, A.M. 1992. Identification of silica skeletons from Near Eastern archaeological sites: An anatomical approach. En: G. Rapp y S. Mulholland (eds.), *Phytolith Systematics, Emerging Issues*, Advances in Archaeological and Museum Science, Vol. 1: 129-147. Plenum Press, New York.
- Rovner, I. 1971. Potential of opal phytoliths for use in paleoecological reconstruction. *Quaternary Research* 1: 345-359.
- Rovner, I. 1988. Fitólitos 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*. Universidad Nacional Autónoma de México, DF: 113-131.
- Rovner, I. y Russ, J.C. 1992. Darwin and design in phytolith systematics: morphometric method for mitigating redundancy. En: G. Rapp y S. Mulholland (eds.), *Phytolith Systematics, Emerging Issues*, Advances in Archaeological and Museum Science, Vol. 1: 253-276. Plenum Press, New York.
- Runge, F. 1999. The opal phytolith inventory of soils in central Africa-quantities, shapes, classification and spectra. *Review of Palaeobotany and Palynology* 107: 23-53.
- Sangster, A.G. y Parry, D.W. 1969. Some factors in relation to bulliform cell silicification in the grass leaf. *Annals of Botany* 33: 315-323.
- Sendulsky, T. y Labouriau, L.G. 1966. Corpos silicosos de Gramineas dos Cerrados. I. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, supl. 38:159-170.
- Shulmeister, J., Soons, J.M., Berger, G.W., Harper, M., Holt, S., Moar, N. y Carter, J.A. 1999. Environmental and sea-level changes on Banks Peninsula (Canterbury, New Zealand) through three glaciation-interglaciation cycles. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 152: 101-127.
- Sondahl, M.R. y Labouriau, L.G. 1970. Corpos silicosos de gramíneas dos Cerrados. IV. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira -sec. Botânica*- 5: 183-207.
- Taugourdeau-Lantz, J., Laroche, J., Lachkar, G. y Pons, D. 1976. La silice chez les végétaux: Probleme des Phytolithaires (I). *Travaux du Laboratoire de Micropaléontologie, Université Pierre-et-Marie Curie* 5: 255-303.
- Tomlinson, P.B. 1961. *Anatomy of the Monocotyledons. II. Palmae*. Oxford University Press. 453 pp.
- Twiss, P.C. 1983. Dust deposition and opal phytoliths in the Great Plains. *Transaction of the Nebraska Academy of Science* 11: 73-82.
- Twiss, P.C. 1992. Predicted world distribution of C3 and C4 grass phytoliths. En: G. Rapp y S. Mulholland (eds.), *Phytolith Systematics, Emerging Issues*, Advances in Archaeological and Museum Science, Vol. 1: 113-128. Plenum Press, New York.
- Twiss, P.C., Suess, E. y Smith, R.M. 1969. Morphological classification of grass phytoliths. *Soil Science society of America Proceedings* 33: 109-115.
- Zucol, A.F. 1992. Microfitólitos: I. Antecedentes y terminología. *Ameghiniana* 29: 353-362.
- Zucol, A.F. 1995. Microfitólitos: II. Análisis de las clasificaciones. *Ameghiniana* 32: 243-248.
- Zucol, A.F. 1996a. [Estudios morfológicos comparativos de especies de los géneros *Stipa*, *Panicum* y *Paspalum* (Poaceae), de la Provincia de Entre Ríos. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata. 558 pp. Inédito].
- Zucol, A.F. 1996b. Microfitólitos de las Poaceae Argentinas: I. Microfitólitos foliares de algunas especies del género *Stipa* (Stipeae: Arundinoideae), de la provincia de Entre Ríos. *Darwiniana* 34: 151-172.
- Zucol, A.F. 1998. Microfitólitos de las Poaceae Argentinas: II. Microfitólitos foliares de algunas especies del género *Panicum*

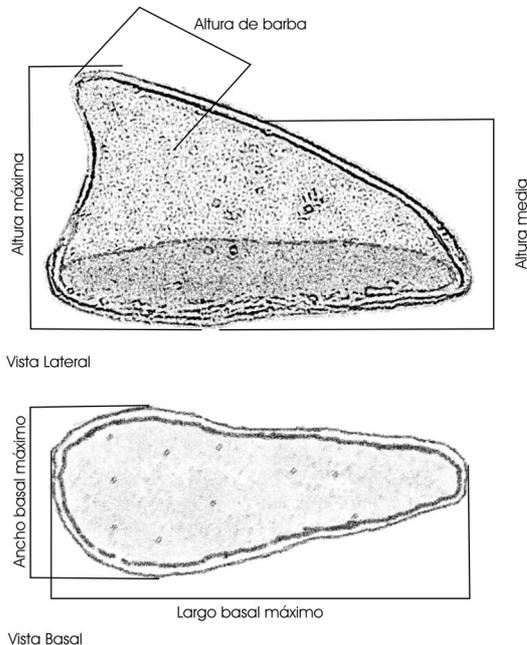
- (Poaceae: Paniceae) de la provincia de Entre Ríos. *Darwiniana* 36: 29-50.
- Zucol, A.F. 1999a. Fitólitos: Hacia un sistema clasificatorio. *Ameghiniana Suplemento Resúmenes* 36: 43R.
- Zucol, A.F. 1999b. Fitólitos de las Poaceae Argentinas: IV. Asociación fitolítica de *Cortaderia selloana* (Danthonieae: Poaceae), de la provincia de Entre Ríos (Argentina). *Natura Neotropicalis* 30: 25-33.
- Zucol, A.F. 2000. Fitólitos de Poaceae Argentinas: III. Fitólitos foliares de especies del género *Paspalum* (Paniceae) en la provincia de Entre Ríos. *Darwiniana* 38: 11-32.
- Zucol, A.F. 2001. Fitólitos. III. Una nueva metodología descriptiva. Asociaciones fitolíticas de *Piptochaetium montevidense* (Stipeae: Poaceae). *Boletín de las Sociedad Argentina de Botánica* 36: 69 - 85.
- Zucol, A. F. y Brea, M. 2000a. Análisis fitolítico de la Formación Paraná en la provincia de Entre Ríos. En: F.G. Aceñolaza y R. Herbst (eds.), *El Neógeno de Argentina, Serie Correlación Geológica* 14: 67-76.
- Zucol, A.F. y Brea, M. 2000b. Sistemática de fitólitos, pautas para un sistema clasificatorio. Un caso en estudio: Asociación fitolítica de la Formación Alvear en su área tipo. *Ameghiniana Suplemento Resúmenes* 37: 15R.
- Zucol A.F. y Brea, M. En prensa. Asociación fitolítica del Pleistoceno Inferior de la provincia de Entre Ríos (Argentina). En: A.F. Zucol, M. Osterrieth y M. Brea (eds.), *Fitólitos: Estado actual de sus conocimientos en América del Sur*. Mar del Plata (2004).
- Zucol, A.F. y Osterrieth, M. 2002. Técnicas de preparación de muestras sedimentarias para la extracción de fitólitos. *Ameghiniana* 39: 379-382.
- Zucol, A F.; Mazzoni, M.M. y Madden, R.H. 1999. Análisis fitolíticos en la secuencia sedimentaria de Gran Barranca, Chubut. *Ameghiniana Suplemento Resúmenes* 36: 43R.
- Zucol, A.F.; Brea, M.; Carlini, A.A. y Madden, R.H. 2001. Análisis fitolíticos en la secuencia sedimentaria de Gran Barranca, Chubut, Argentina: II. El Miembro Colhué Huapi (Formación Sarmiento). *Ameghiniana Suplemento Resúmenes* 38: 50R.

Recibido: 28 de julio de 2003.

Aceptado: 28 de diciembre de 2004.

## Apéndice 1

**Acúleo (= Agujón):** tricoma rígido y punzante de origen epidérmico. Generalmente se compone de un cuerpo, cuya región inferior es la zona de inserción en el tejido epidérmico y una barba o proyección punzante de paredes engrosadas y resistentes orientada hacia el exterior del vegetal en forma antrorsa, recta o retrorsa. **Aculeolithum:** elementos morfológicos considerados en las descripciones (figura 4): Altura máxima, altura media, altura de barba, largo basal máximo y ancho basal máximo.



**Figura 4.** Aculeolithum, caracteres cuantitativos y elementos morfológicos / *Aculeolithum, quantitative characters and morphological elements.*

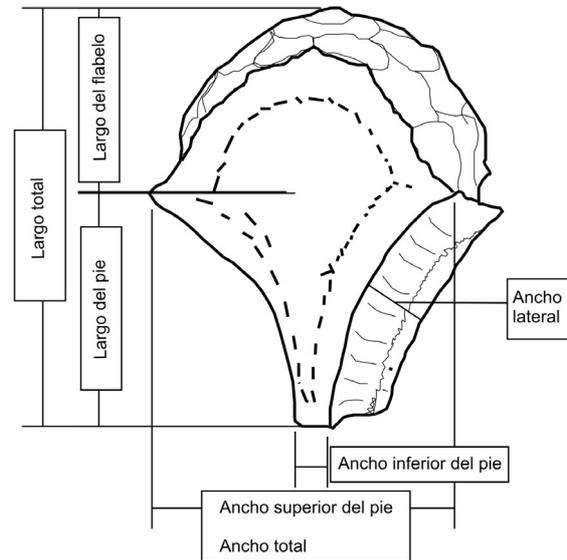
**Antrorsa:** dicese del apéndice que se dirige hacia delante o hacia arriba.

**Clava:** elemento ornamental de la superficie de los fitólitos que se

caracteriza por poseer su extremo apical redondeado y un diámetro en la zona apical superior al diámetro basal. La ornamentación compuesta por estos elementos se la denomina clavada.

**Espina:** elemento ornamental de la superficie de los fitólitos que se caracteriza por poseer su extremo apical agudo y un diámetro en la zona apical inferior al diámetro basal. La ornamentación compuesta por estos elementos se la denomina equinulada.

**Flabelolithum:** elementos morfológicos considerados en las descripciones (figura 5): Largo total (largo del pie + largo del flabelo), ancho superior del pie, ancho inferior del pie y ancho lateral.



**Figura 5.** Flabelolithum, elementos morfológicos (modificado de Fujiwara, 1993) / *Flabelolithum, morphological elements (modified of Fujiwara, 1993).*

**Micro- :** prefijo utilizado para los caracteres menores a 1 $\mu$ m, por ejemplo microespina.

**Morfotaxón:** taxón fósil basado en una forma o estructura, etapa

**Principales tipos geométricos**

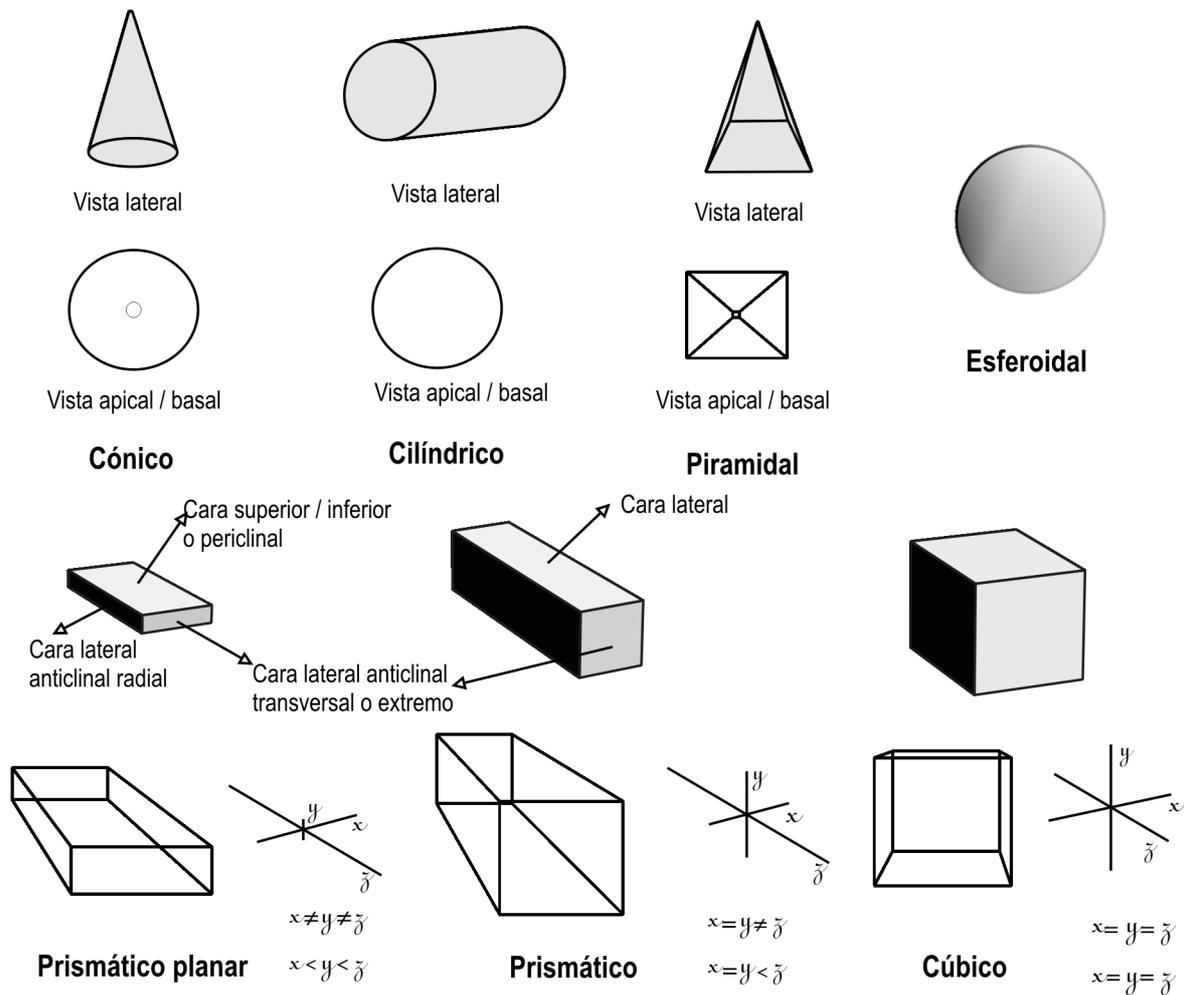


Figura 6. Tipos geométricos hipotéticos / Hypothetical geometric types.

de vida o estado de preservación particular -Nota 1, Art. 3.2. ICBN- (Archangelsky, 1999). El término morfotipo se utiliza en la presente contribución a los efectos de definir la forma o estructura considera como tipo para los fines nomenclaturales (Prin. II ICBN, Greuter *et al.*, 2000)

**Papila:** elemento ornamental superficial, que se caracteriza por poseer su extremo apical redondeado y un diámetro en la zona apical inferior al diámetro basal. La ornamentación compuesta por estos elementos se la denomina papilosa.

**Psila-:** prefijo utilizado en referencia a una superficie psilada.

**Psilada:** adjetivo que a una superficie desprovista de elementos de escultural tales como espinas, verrugas, costillas, etc.

**Retrorsa:** dicese del apéndice que se dirige hacia el sector basal del órgano en que se inserta.

**Sphaero-:** prefijo utilizado en referencia al contorno esferoidal de una sección de un cuerpo.

**Tipos geométricos hipotéticos:** son los tipos geométricos asignables en forma idealizada a los cuerpos fitolíticos, los tipos principales (figura 6) abarcan los cuerpos cónicos, cilíndricos, piramidales, esféricos y prismáticos (tanto cúbicos, prismáticos planares y de sección cuadrada).