



SEGUNDO ENCUENTRO DE INVESTIGACIONES FITOLÍTCAS DEL CONO SUR

ACTAS

**ZUCOL A.; OSTERRIETH M.; BREA M.
Y N. BORRELLI. EDITORES**

**MAR DEL PLATA
6 – 8 DE DICIEMBRE DE 2001**

PREFACIO

En el primer Encuentro de Investigaciones Fitolíticas de Argentina, realizado en Diamante, Entre Ríos en 1999, se propuso que el próximo encuentro se realizara en Mar del Plata, contemplando la posibilidad de incluir a otros grupos de América Latina, de donde surge este Segundo Encuentro de Investigaciones Fitolíticas del Cono Sur

La organización de este evento es llevada a cabo por el Centro de Geología de Costas y del Cuaternario, de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

En esta reunión participan científicos de variadas disciplinas cuyos aportes permiten abordar el estudio de los fitolitos, para lograr una comprensión más amplia de los aspectos ecológicos, paleoecológicos, ambientales, arqueológicos, paleoambientales, botánicos, paleobotánicos y de las ciencias agrícolas.

La presentación de los trabajos incluye 18 comunicaciones y 3 conferencias, de estudios realizados de Argentina, Uruguay, Colombia y México cuyas temáticas permitirán un valioso intercambio de información multidisciplinar.

Se incluye durante el desarrollo del 2EIF el dictado de un curso a cargo del Prof. Dr. Marco Madala de la Universidad de Cambridge, Inglaterra.

Se considera propicio este evento para realizar un merecido reconocimiento, a quien fuera pionera en el estudio de los fitolitos, la Dra. Hetty Bertoldi de Pomar por su trayectoria científica y aporte al estudio de los fitolitos en la Argentina.

El evento culminará con un viaje de campo a la zona inter y periserrana de Tandilla, para visitar secuencias sedimentarias cuaternarias portadoras de silicofitolitos.

La comisión organizadora agradece especialmente el aporte económico brindado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, apoyo determinante para la realización de este encuentro científico, la publicación de las actas de resúmenes y la posterior impresión de un volumen especial con los trabajos completos.

Esperando que la estadía de los colegas participantes resulte agradable y propicia para un enriquecedor intercambio académico-científico, les damos nuestra más cordial bienvenida.

Margarita Osterrieth
Comisión Organizadora

Mar del Plata, diciembre de 2001

COMITÉ ORGANIZADOR

Presidente: Margarita L. Osterrieth
Presidente honorario: Hetty Bertoldi de Pomar
Vice-presidente: Alejandro F. Zucol
Secretario: Mariana Brea
Tesorero: Natalia Borrelli
Vocales: Fabricio Oyarbide
Esteban Passeggi
Verónica Bernava Laborde
Natalia Borrelli
Mariana Fernández Honaine

Delegaciones

Argentina Sur: Lucrecia Gallego
Argentina Norte: Mariana Brea.
Brasil: Tania Lindner Dutra.
Chile: Kathryn M. Gregory.

Colombia: Luis Norberto Parra S.
España: Débora Zurro Hernández.
México: Norma E. García Calderón.
Uruguay: Hugo Inda.

INSTITUCIONES ORGANIZADORAS

Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica
Centro de Geología de Costas y del Cuaternario
Centro de Investigaciones Científicas CICYTTP - Diamante

AUSPICIANTES

Asociación Argentina de Sedimentología
Asociación Geológica Argentina
Asociación Paleontológica Argentina
Sociedad Argentina de Botánica
Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo

Este Encuentro ha sido financiado por el Subsidio RC2000 – 0559 otorgado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.

Los editores desean agradecer la colaboración prestadas por los especialistas en el arbitraje de las comunicaciones presentadas en estas Actas.

“Se deja constancia que esta publicación se halla desprovista de validez para propósitos nomenclaturales.”

COMUNICACIONES

SILICOFITOLITOS EN MÉDANOS E INTERMÉDANOS COSTEROS DE MAR CHIQUITA, BUENOS AIRES, ARGENTINA

Alvarez, F. ⁽¹⁾; Borrelli, N. ⁽¹⁾; Fernández Honaine, M. ⁽¹⁾; Montti, L. ⁽¹⁾; Osterrieth, M. ⁽¹⁾; Oyarbide, F. ^(1,2) y V. Rossi ⁽¹⁾

El ambiente estudiado forma parte del denominado cordón dunícola que se extiende desde la desembocadura de la albufera Mar Chiquita hasta Punta Rasa (37°42'–37°44'9" S, 57°22'17"–57°24'50" O). La franja costera señalada se caracteriza por la presencia de tres situaciones microambientales claramente diferenciables: médanos vivos, semifijos y zonas de intermédanos. Entre los elementos bióticos y abióticos que causan tales diferencias, resultan fundamentales la cobertura y diversidad vegetal así como el tipo y desarrollo del suelo. La vegetación está caracterizada por la presencia de diversas especies halófitas y gramíneas; los suelos desarrollados son Entisoles y Hapludoles. En el caso particular de la vegetación, además de su vital importancia ecológica, constituye el factor condicionante en el aporte diferencial de silicofitolitos al suelo, de acuerdo a los distintos taxa productores.

Según Sebag *et al.* (1999), la sílice constituye uno de los principales iones en la dinámica biogeoquímica de los ambientes de interduna. Si bien el contenido mayoritario de sílice en el medio está dado por el cuarzo, la sílice biogénica en formas hidratadas y/o amorfas, constituye una de las principales fuentes de este elemento ya que puede ser fácilmente movilizado debido a su mayor solubilidad. Dicha movilización podría conducir a la reprecipitación de sílice amorfo, a la formación de nuevas especies minerales y/o a la liberación de ácido monosilícico disponible para su absorción por la vegetación.

Cabe destacar, que son escasos los antecedentes relacionados al tema en la zona de estudio (Osterrieth *et al.*, 1999 y 2000), por lo cual el objetivo del trabajo ha sido estimar, para cada uno de los microambientes, el contenido de silicofitolitos en el suelo, las morfologías predominantes y su relación con la cobertura vegetal. Se trazaron cuatro transectas paralelas a la línea de costa cubriendo los microambientes mencionados (MV: médano vivo, I1: intermédano entre MV y MS, MS: médano semifijo y I2: intermédano entre MS y médano fijo). En cada transecta se tomaron cinco muestras de los horizontes presentes en el perfil. Se realizó la concentración densimétrica de la fracción sílice amorfo sobre la fracción <62 µm, previa digestión de la materia orgánica. Para la evaluación cuali-cuantitativa de los silicofitolitos se contaron 500 granos bajo microscopio de polarización y se utilizó la clasificación de Bertoldi de Pomar (1975). Los resultados fueron comparados con los obtenidos en trabajos previos realizados en la zona sobre tipo y cobertura vegetal (Osterrieth *et al.*, 1999 y 2000).

Del análisis cuantitativo surge que el contenido de silicofitolitos con respecto al total de los componentes mineralógicos varía de acuerdo a la cobertura vegetal y a la especie dominante. Es mayor en los sitios con mayor cobertura (MS: 14,15 %, I2 horizonte AC: 27,98 % e I2 horizonte C: 17,42 %) y donde la presencia de *Cortaderia selloana* es predominante (I2), mientras que el porcentaje registrado en MV es de 11,81 % y en I1 es 8,59 % y 10,59 % para los horizontes AC y C respectivamente. Las morfologías más representativas corresponden, en orden decreciente a: estrobilolitas (45,93 – 63,39 %), prismatolitas (14,67 – 34,8 %) y halteriolitas (9,41 – 17,16 %). Dichas morfologías halladas en sedimentos se encuentran presentes en hoja, caña y vaina de *C. selloana* y *Spartina* sp. (Osterrieth *et al.*, 1999 y 2000; Zucol, 1999).

Bertoldi de Pomar, H. 1975. Los silicofitolitos. Sinopsis de su conocimiento. *Darwiniana* 19: 173 – 206.

Osterrieth, M.; Oyarbide, F.; Tomas, M.; Azcárate, L.; Christiansen, C.; Fernández Honaine, M. y C. Tiburzio. 1999. Relación entre fitolitos en sedimentos y especies vegetales en los médanos costeros de Mar Chiquita. *Seminario de Mineralogía de Suelos, FCEyN, UNMdP*. 21 pp.

Osterrieth, M.; Oyarbide, F.; Tomas, M.; Rossi, V.; Alvarez, F. y L. Montti. 2000. Relación entre fitolitos en sedimentos y especies vegetales en los intermédanos costeros de Mar Chiquita. *Seminario de Mineralogía de Suelos, FCEyN, UNMdP*. 24 pp.

Sebag, D.; Verrecchia, E. P. y A. Durand. 1999. Biogeochemical Cycle of Silica in an Apolyhaline Interdunal Holocene Lake (Chad, N'Guigmi Region, Niger). *Naturwissenschaften* 86, 475-478.

Zucol, A. F. 1999. Fitolitos de las Poaceae Argentinas: IV Asociación fitolítica de *Cortaderia selloana* (Danthonieae: Poaceae), de la Provincia de Entre Ríos (Argentina). *Natura Neotropicalis* 30 (1 y 2): 25 – 33.

(1) Centro de Geología de Costas y del Cuaternario. FCEyN-UNMdP. C.C 722 C-Central 7600 Mar del Plata.

(2) Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. de Bs. As. (C.I.C)

FITOLITOS EN LAS FORMACIONES RÍO CHICO Y SARMIENTO, LAGUNA PAYAHILÉ, PROVINCIA DEL CHUBUT, ARGENTINA

Andreis, R. R. ⁽¹⁾

El estudio sedimentológico, composicional y paleoambiental de las formaciones Río Chico (57m espesor, Miembro Las violetas, Paleoceno Superior) y Sarmiento (246 m espesor, Eoceno Superior-Oligoceno Superior) fue realizado en el Puesto de Murga, margen occidental de la laguna Payahilé, en la provincia del Chubut. Esta sucesión apoya en discordancia angular sobre las sucesiones piroclásticas de la Formación Puesto Manuel Arce del Grupo Chubut (Senoniano). La Formación Río Chico incluye ciclos granodecrecientes de conglomerados, areniscas y pelitas interpretados como relacionados con un sistema meandriforme con amplias llanuras de inundación, posteriormente inundadas con la formación de lagos someros, donde se generaron algunos depósitos de bentonitas. La Formación Sarmiento se compone de depósitos piroclásticos primarios (pirosedimentitas) y reelaborados por ríos o arroyos efímeros (tufosedimentitas). Los frecuentes paleosuelos (mollisoles) representan extensas planicies de praderas, donde las gramíneas, palmeras, ciperáceas y juncos crecieron en las riberas de los cuerpos efímeros. Las condiciones climáticas fueron templadas a cálidas, con largos períodos de alta humedad alternados con estaciones secas más breves.

El análisis de los abundantes fitolitos identificados en ambas unidades, indica que en las dos formaciones dominan las morfotribus Globulolita y Prismatolita, con moderada participación de la morfotribu Braquiolita. En menores proporciones (1%), aparecen elementos de las morfotribus Estrobilolita, Bacilolita, Halteriolita, Longolita, Nuxolita, Flabelolita, Aculeolita y Proteolita. En consecuencia, la asociación Globulolita-Prismatolita, con moderada participación de Braquiolita son dominantes, es decir, representados por palmáceas y células largas de gramíneas, asociadas a ciperáceas. Los demás elementos también se encuentran vinculados en su origen con gramíneas (células estomáticas, buliformes, agujiones), aunque se advierte la presencia de células mesodérmicas de podostemáceas.

(1) Museo Paleontológico "Edigio Feruglio", Av. Fontana 140, 9100 Trelew, Chubut, Argentina. rrandreis@sinectis.com.ar

CONTENIDO DE SILICOFITOLITOS Y SU POSIBLE ROL EN EL CICLO BIOGEOQUÍMICO DE LA SÍLICE EN ARGUDOLES TÍPICOS DE LAGUNA DE LOS PADRES, BUENOS AIRES, ARGENTINA

Borrelli, N. ⁽¹⁾ y M. Osterrieth ⁽¹⁾

Los suelos que predominan en la región pertenecen a la serie de los Molisoles, y dentro de éstos, los Argiudoles típicos se caracterizan por un buen desarrollo del perfil y por su aptitud para la producción agrícola – hortícola. Estos suelos han evolucionado a partir de sedimentos eólicos, donde los minerales livianos, específicamente los que pertenecen a la fracción sílice amorfo se encuentran siempre presentes (Terruggi, 1957).

La presencia de silicofitolitos (biolitos de origen vegetal) en sedimentos del cuaternario de la región pampeana ha sido citada desde mediados del siglo pasado (Frenguelli, 1930). Según Terruggi (*op cit.*), la vegetación durante la formación del depósito loessoide que hoy cubre la región pampeana estuvo compuesta principalmente por gramíneas. Actualmente, la vegetación asociada a los suelos de la región también es de tipo gramínea y se encuentra acompañada por especies autóctonas (*Colletia paradoxa*) e invasoras (*Rubus* sp).

Una vez en el sistema suelo, y dependiendo de diversos procesos y factores, los silicofitolitos pueden presentar superficies alteradas por lo que se verían implicados en la liberación de sílice al medio, lo cual se podría relacionar con datos obtenidos sobre acuíferos de la zona, donde las concentraciones de sílice superan los valores normales (60 mg/l) (Martínez y Osterrieth, 1999).

Los objetivos del trabajo son: determinar el contenido de la fracción sílice amorfo y de silicofitolitos específicamente, como así también su estado de alteración en Argiudoles típicos con diferente tipo de manejo en Laguna de Los Padres, Buenos Aires.

El muestreo se realizó sobre cuatro parcelas: dos sin laborear y dos con diferentes tipos de manejo. Se trabajó en los horizontes superficiales (A) y subsuperficiales (B). Las muestras fueron tomadas a diferentes profundidades: 0-5 cm, 5-10 cm y 20-30 cm. Se determinó el pH en pasta (1:1) y en solución (1:2,5) y el contenido de materia orgánica mediante el método de Walkley y Black (1965). La concentración densimétrica se realizó con politungstato de sodio (densidad 2,3 gr/cm³) sobre dos fracciones: 20 – 38 µm y

38 – 62 μm , el análisis cuanti – cualitativo de la fracción sílice amorfo se realizó mediante el conteo de 500 granos bajo microscopio de polarización y la utilización de la clave confeccionada por Bertoldi de Pomar (1975), el análisis del estado de alteración de los minerales de sílice amorfo, tanto de origen orgánico como inorgánico, se realizó a nivel cualitativo mediante microscopía óptica y electrónica de barrido y la concentración de SiO_2 en el extracto de suelo se determinó colorimétricamente utilizando el complejo silicomolibdato de color azul (Hallmark *et al.*, 1982). La absorbancia fue medida a una longitud de onda de 640 nm.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son los siguientes:

1) Se observó una pérdida de aproximadamente el 50 % en el contenido de materia orgánica en las parcelas laboreadas con respecto a las parcelas naturales, lo cual se encuentra en relación con los valores de pH encontrados en las mismas.

2 a) El contenido de sílice amorfo con respecto al total de los componentes mineralógicos es mayor en la fracción 20 a 38 μm con valores entre 15 y 37%. En la fracción 38 a 62 μm el contenido de sílice amorfo disminuye, los valores obtenidos oscilan entre 9 y 30%. La distribución en los diferentes niveles refleja los distintos tipos de manejo aplicados al suelo.

2 b) En la fracción sílice amorfo propiamente dicha (densidad < 2,3 gr/cm^3), el contenido de silicofitolitos es más abundante en la fracción 20 a 38 μm con valores de 37 a 49%, vidrios volcánicos de 44 a 60% y las pastas vítreas entre 1,5 y 16%. Para la fracción 38 a 62 μm el contenido de silicofitolitos disminuye a 18 - 44%, los vidrios volcánicos aumentan a 54 - 75% y las pastas vítreas disminuyen a 1-8%. Si bien los vidrios volcánicos superan a los silicofitolitos en todas las fracciones analizadas, los mayores contenidos se encuentran en la fracción 38 a 62 μm . Las pastas vítreas se hallan en mayor cantidad en los campos naturales respecto de los agroecosistemas.

2 c) Las morfologías encontradas muestran una estrecha relación con la vegetación predominante en la zona de estudio. Los macrosilicofitolitos (> 40 μm) predominan sobre los microsilicofitolitos en todas las muestras y fracciones analizadas. Si bien los prismatolitos son mayoritarios, con valores entre 46 y 64 %; los flabelolitos y braquiolitos llegan a valores entre el 9 y 30%. La menor fracción analizada (20 a 38 μm) es más rica no sólo en el contenido de silicofitolitos, sino también en la variedad de morfologías encontradas.

3) Se han encontrado notorias diferencias en el estado de alteración de silicofitolitos, no siendo así en el caso de los vidrios volcánicos, los cuales se encuentran frescos o escasamente alterados aunque casi siempre, con materiales arcillosos, materia orgánica y óxidos adheridos a su superficie. Los resultados obtenidos con respecto a la concentración de sílice en la solución del suelo se encuentran, en general, dentro del rango de valores considerado normal en el suelo: 1 - 40 mg Si/lt (Hallmark *et al.*, 1982). Las mayores concentraciones de dióxido de silicio se encuentran en las parcelas laboreadas lo que puede explicarse por el menor contenido de materia orgánica, con lo cual la desorción de la sílice sería más factible.

La alteración es una característica recurrente en los silicofitolitos y, teniendo en cuenta los elevados valores de sílice amorfo encontrados en los sedimentos (entre 10 y 35 % aproximadamente) y más específicamente el contenido de silicofitolitos (entre 18 y 50 %), los datos son importantes ya que se relacionan, no sólo con el ciclo biogeoquímico de la sílice en suelos y sedimentos, sino que también podrían estar vinculados con un mayor aporte de sílice a los acuíferos (Martínez y Osterrieth, 1999) y con las propiedades físicas del suelo, en especial con la porosidad.

Bertoldi de Pomar, H. 1975. Los silicofitolitos: Sinópsis de su conocimiento. *Darwiniana* 19: 173-206.

Frenguelli, J. 1930. Partículas de sílice organizada en el loess y en los limos pampeanos. Células silíceas de Gramíneas. *An. Soc. Cient. Santa Fé*, 2: 64-109.

Hallmark, C. T.; Wilding, L. P. y N. E. Smeck. 1982. Silicon. En: *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy*: 263 – 273.

Martínez, D. E. y M. Osterrieth. 1999. Geoquímica de la sílice disuelta en el Acuífero Pampeano en la Vertiente Sudoriental de Tandilia. *Hidrología Subterránea*, N° 13: 241 – 250.

Teruggi, M. E. 1957. Nature and origin of Argentine loess. *Jour. Sedim. Petrol.* 27 (3): 322-332.

Walkley A. y C. A. Black. 1965. *Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy*: 1372-1375.

(1) Centro de Geología de Costas y del Cuaternario. FCEyN – UNMdP. CC 722 Correo Central 7600, Mar del Plata. nlborrel@mdp.edu.ar

ESTRATEGIAS PREHISTÓRICAS DE SUBSISTENCIA EN LA CUENCA DE LA LAGUNA DE CASTILLOS, R. O. U.: UNA APROXIMACIÓN DESDE EL REGISTRO FITOLÍTICO

Del Puerto, L. ⁽¹⁾ y H. Inda ⁽¹⁾

El presente trabajo fue llevado a cabo con el objetivo de identificar los recursos vegetales utilizados por los grupos prehistóricos que ocuparon, durante al menos 4000 años, las márgenes de la Laguna de Castillos, Rocha, ROU.

Esta información es particularmente relevante para establecer las estrategias de subsistencia de la cultura de los constructores de túmulos, la cual se extiende desde ca. 5000 AP hasta tiempos históricos en la cuenca de la laguna Merín.

Para ello, se llevaron a cabo análisis fitolíticos en la matriz sedimentaria de las excavaciones realizadas en dos sitios ubicados en las márgenes de la Laguna de Castillos: “Cráneo Marcado” y “Guardia del Monte”. Como forma complementaria de obtener evidencia directa de aquellos vegetales utilizados en la subsistencia, se efectuaron análisis fitolíticos de material cerámico y lítico (morteros) provenientes de los contextos de recuperación referidos.

Los resultados permitieron la identificación de distintos recursos silvestres y cultivados, destacándose en estos últimos la presencia de maíz (*Zea mays*).

Por otra parte, en base a la información paleoambiental disponible para el área, junto a los datos obtenidos a través del estudio de células cortas de gramíneas, fue posible establecer cambios en las estrategias de subsistencia vinculados a situaciones particulares en el ambiente. En este sentido, el conjunto de evidencias indica una estrategia de subsistencia en la que las especies domesticadas solo son incorporadas en momentos en que el ambiente exhibe condiciones extremas, probablemente como una forma de contar con un recurso predecible frente a las limitaciones en la oferta de recursos silvestres que tales situaciones climáticas impusieron.

(1) Laboratorio de Estudios del Cuaternario-UNCIEP, Facultad de Ciencias. Comisión Nacional de Arqueología – MEC. Iguá 4225, piso 11, C.P. 11400, Montevideo, Uruguay. unciep@fcien.edu.uy

PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN MORFOLÓGICA PARA LOS FITOLITOS COLOMBIANOS

Flórez M., M. T. ⁽¹⁾ y L. N. Parra S. ⁽²⁾

Los caracteres morfológicos de los fitolitos, son más o menos constantes en la respectiva especie vegetal, en cuyos tejidos cumplen funciones de sostén, resistencia o defensa.

Diversos investigadores han propuesto clasificaciones para los fitolitos Ehrenberg (1854), Pratt (1932), Bertoldi de Pomar (1971), Ellis (1979), Mulholland (1986), Piperno (1988), Pearsall y Dinan (1992), Mulholland y Rapp (1992), Twiss (1992), Deflandre (1963), Piperno y Pearsall (1998) y Zucol (1995, 1998). De estos trabajos se resaltan tres tendencias generales para la clasificación de los fitolitos: 1) Según el origen botánico del fitolito, 2) Según la morfología del fitolito y 3) combinaciones de ambos enfoques.

La clasificación aquí propuesta, esta basada estrictamente en los caracteres morfológicos de los fitolitos no articulados y sigue parcialmente los lineamientos trazados por Bertoldi de Pomar (1971). De los atributos de los fitolitos, la forma es quizás el elemento más conspicuo y aunque se trata de cuerpos tridimensionales de caras múltiples no siempre regulares y con sus dimensiones distintas, en la mayoría de los casos, ellos se dejan asimilar a formas geométricas ideales ya reconocidas y nombradas y por ello este criterio se ha utilizado ampliamente en el estudio de los fitolitos. Por su parte la ornamentación superficial de los fitolitos, es también fácilmente observable y ya existe una terminología de amplio uso para denominar los distintos tipos existentes en otros microfósiles, especialmente clara es su aplicación en la palinología.

El fitolito no articulado se toma como la entidad fundamental de la propuesta sistemática, la cual posee solo tres categorías; el rango de morfogénero (*form-genera*) es la unidad básica y se construye con la forma y ornamentación; se utiliza de manera informal solo una supra-categoría para agrupar los morfogéneros aceptando el nombre de morfotribu propuesto por Bertoldi de Pomar (1971) y se reserva una infra-categoría para permitir en el futuro acomodar las especies. Mediante esta propuesta se establecieron 14 morfotribus y 84 morfogéneros.

Bertoldi de Pomar, H. 1971. Ensayo de clasificación morfológica de los silicofitolitos. *Ameghiniana* 8(3-4): 317-328.

- Deflandre, G. 1963. Les phytolithaires (Ehrenberg): Nature et signification micropaléontologique, pédologique, et géologique. Protoplasma 57: 234-259. Viena.
- Ehrenberg, C. G. 1854. Mikrogeologie. 2 Vol. 374 p. Leopold Voss. Leipzig.
- Ellis, R. P. 1979. A procedure for standarizing comparative leaf anatomy in the Poaceae II. The epidermis as seen in surface view. Bothalia 12 (4): 641-671. Pretoria.
- Mulholland, S. C. 1986. Classification of grass silica phytoliths. En: Rovner, I. (Ed.) Plant opal phytolith analysis in archeology and paleoecology: 41-52. Raleigh.
- Mulholland, S. C. y G. Rapp. 1992. Phytolith systematics: An introduction. En: Rapp G. y S. Mulholland (Eds.), Phytolith systematics, Emerging Issues. Advances in Archeological and Museum Science. Vol. 1 : 1 – 13.
- Pearsall, D. M. y E. H. Dinan. 1992. Developing a phytolith classification system. En: Rapp G. y S. Mulholland (Eds.), Phytolith systematics, Emerging Issues. Advances in Archeological and Museum Science. Vol. 1 : 37-64.
- Piperno, D. 1988. Phytolith Analysis. An Archaeological and Geological Perspectives. Academic Press, Inc. London. 280p.
- Piperno, D. y D. M. Pearsall. 1998. The silica bodies of tropical American grasses: morphology, taxonomy, and implications for grass systematics and fossil phytolith identification. Smithsonian Contribution to Botany, N° 85. 40p.
- Pratt, H. 1932. L'épiderme des Graminées. Etude anatomique et systématique. Annales des Sciences Naturalles -Botanique- Series 10,14:117-324.
- Twiss, P. C. 1992. Predited world distribution of C3 and C4 grass phytoliths. En: Rapp G. y S. Mulholland (Eds.), Phytolith systematics, Emerging Issues. Advances in Archeological and Museum Science. Vol. 1 : 113 – 128.
- Zucol, A. F. 1995. Microfitolitos: II. Análisis de las clasificaciones. Ameghiniana 32(3): 243-248. Buenos Aires.
- Zucol, A. F. 1998. Microfitolitos de las Poaceae Argentinas: II. Microfitolitos foliares de algunas especies del género *Panicum* (Poaceae, Paniceae) de la provincia de Entre Ríos. Darwiniana 36(1-4):29-50.

(1) Centro de Investigaciones Ambientales y de Ingeniería (CIA) Universidad de Antioquia. mtflorez@udea.edu.co

(2) Instituto de Ciencias Naturales y de Ecología (ICNE) Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Inparra@perseus.unalmed.edu.co

ESPECTROS DE FITOLITOS EN DOS SUELOS DE LA PLANICIE DE PUENTE LARGO, PARAMO DE FRONTINO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUÍA, COLOMBIA

Flórez M., M. T. ⁽¹⁾ y L. N. Parra S. ⁽²⁾

Los espectros de fitolitos se obtuvieron de tres perfiles de suelos localizados en la Planicie de Puente Largo, en el páramo de Frontino, clasificados como Typic Hapludands (Perfiles 1 y 3) y Vitrandic Dystrudepts (Perfil 2). La morfotribu más dominante es Prismatolita mientras que la menos dominante fue Longolita. La morfotribu Flabellulita domino en el horizonte Ah del perfil 1, mientras en el perfil 2, dominaron Aculeolita, Estrobilolita, Halteriolita y Amorfolita, y en el perfil 3, ninguna de las morfotribus fue dominante. Las cantidades de las distintas morfotribus de fitolitos en cada muestra, son variables con la profundidad del perfil y solo en algunos casos exhiben tendencias sistemáticas; por ejemplo, en el perfil 1, Llano Grande, aumentan con la profundidad las Morfotribus Flabellulita, Braquiolita, Pileolita, Longolita, Atipolita y Amorfolita (Flórez y Parra, 2001).

Los fitolitos que están presentes en los suelos actúan como marcadores paleoecológicos dobles; por un lado, son la evidencia de la existencia de la planta, *in situ* y por el otro lado, evidencian la acción de los procesos pedogenéticos que tuvieron lugar en el suelo luego de la depositación. A modo de ejemplo, Flórez y Parra (1999 a y b), reportan que muchos fitolitos muestran evidencias de hidratación y corrosión intensa y que no todos los fitolitos presentan una cadena degenerativa o reaccionan de igual forma a los diversos procesos que ocurren en el suelo. Estos fenómenos son más notorios en los fitolitos de las morfotribus Flabellulita y Braquiolitas y con menor efecto los de la morfotribu Prismatolita. El tamaño de los fitolitos influye notoriamente en su transformación siendo más frecuente en fitolitos de menor tamaño y en los que tienen formas de láminas que en los que son de formas más robustas y de mayor tamaño. Estos hechos ponen de manifiesto que la acumulación de los fitolitos en los suelos puede variar notoriamente, no solo debido al aporte de la planta misma sino a los diversos procesos pedogenéticos que en muchas ocasiones

podrían llegar a destruirlos completamente. Es por ello, que la acumulación de fitolitos en un determinado horizonte del suelo podría ser utilizada como criterio para el reconocimiento de un suelo enterrado o un paleosuelo.

El estudio fitolítico en los suelos, con miras a establecer la paleovegetación, el paleoclima y el paleoambiente, debe ser complementado con el análisis polínico, el análisis de macro-restos y el análisis de todos los demás constituyentes que puedan encontrarse en el suelo. Así mismo, deberán estudiarse los procesos pedogénéticos dominantes en la formación de los suelos, solo así se podrá garantizar y aprovechar la información que aporten las diversas herramientas utilizadas.

Flórez, M. T. y S. L. Parra. 1999 a. Atlas de fitolitos de la vegetación altoandina, páramos de Belmira y Frontino, Departamento de Antioquia. Silicofósiles Altoandinos. Conciencias - Universidad Nacional, Medellín - Universidad de Antioquia: 3-41.

Flórez, M. T. y S. L. Parra. 1999 b. Fitolitos en paleosuelos ándicos altoandinos, San Félix, Departamento de Caldas. Silicofósiles Altoandinos. Conciencias - Universidad Nacional, Medellín - Universidad de Antioquia: 45-56.

Flórez, M. T. y S. L. Parra. 2001. Propuesta de Clasificación Morfológica para los fitolitos en Colombia. Codi, Universidad de Antioquia, Universidad Nacional. En Prensa.

(1) Centro de Investigaciones Ambientales y de Ingeniería (CIA) Universidad de Antioquia. mtflorez@udea.edu.co

(2) Instituto de Ciencias Naturales y de Ecología (ICNE) Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Inparra@perseus.unalmed.edu.co

ASOCIACIONES VEGETALES Y ESPECTROS DE FITOLITOS EN LA VEGETACIÓN DE LA PLANICIE DE PUENTE LARGO PARAMO DE FRONTINO, URAO, ANTIOQUÍA, COLOMBIA

Flórez M., M. T. ⁽¹⁾ y L. N. Parra S. ⁽²⁾

El Páramo de Frontino, representa un medio altamente contrastado en sus parámetros climáticos por lo que su vegetación tiene características xerofíticas, las condiciones ambientales son drásticas y opera un tipo de selección abiótica; los organismos que han logrado adaptarse a estas situaciones, son condicionados por factores climáticos, edafológicos y geomorfológicos (Parra, 1991).

En la Planicie de Puente Largo del Páramo de Frontino se levantaron 25 parcelas de 1 m², en ellas, se clasificaron las diversas especies vegetales (74), se estimaron sus porcentajes relativos y se tomó una muestra compuesta del primer centímetro del suelo, eliminando la capa de *litter*, para observar la presencia de los fitolitos en los suelos y buscar las relaciones de estos con las plantas de las parcelas. Las muestras fueron tratadas con el método de *dry ashing*, seguido por (Flórez y Parra, 1999 a, b y c). Se efectuaron los montajes y se realizó el conteo de 300 granos de fitolitos en cada placa, de acuerdo con Lorente (1986), se obtuvo dos matrices, una denominada “cobertura” que relaciona las diversas especies de plantas encontradas en cada parcela y, la otra, denominada “suelo” que relaciona los fitolitos encontrados en los suelos de cada parcela.

Para correlacionar las dos matrices: cobertura y suelos, se siguió la clasificación de fitolitos propuesta por Flórez y Parra (2001) y a la ecuación $N = (ff).(fp).(fs)$ donde: (ff) es la frecuencia absoluta de la forma; (fp) es la frecuencia de la planta y (fs) es la frecuencia de supervivencia, planteada por los autores.

De las plantas estudiadas en las parcelas, la morfotribu más dominante fue la Prismatolita que está relacionada con *Sysyrinchium micranthum*, *Juncos effusus*, *Juncos bogotensis*, *Calamagrostis effusa*, *Poa sp.*, *Cortadeira bifida*, *Plantago rígida*, entre otras. La morfotribu menos dominante fue Longolita, que está relacionada con *Hupertzia cruenta* y *Lycopodium alopecuroides*. Algunas especies como *Myrica pubens*, *Monina sp.*, *Polipodium monilipholia*, *Cysampelos*, etc., no presentaron fitolitos. Flabellulita es muy común en los suelos, sin embargo, en las especies vegetales sólo se reportó en pequeñas cantidades en *Blechnum columbiense*, *Disterigma empetrifolium* y *Chasquea tasselata*.

Las parcelas estudiadas se asocian de la siguiente forma: un primer grupo está definido por P1, P2, P4, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P15, P20, P21, P22, P24 y P25 que se caracterizan por la presencia de *Espeletia occidentales var. antioquiensis*, *Blechnum columbiense*, *Carex pichinchensis*, *Pernetia prostata*, *Calamagrostis effusa*, *Paspalum trianae*, *Huperzia capelae*, *Oritrophyum peruvianum*, *Hypericum juniperinum*, *Gaultheria erecta*, *Juncos bogotensis*, *Cortadeira bifida*, todas estas especies son de substrato seco y de ambiente de arbustales o matorrales (todas de ambientes secos). El segundo grupo está definido por las parcelas P16, P17 y P19, que se caracterizan por las asociaciones *Espeletia-blechnum* y *Espeletia-*

Aragoa que pertenecen a ambientes encharcados y en ocasiones de tierra firme. Un tercer grupo está conformado por las parcelas P5, P14, P18 y P22 que esta representado por especies como *Paepalanthus pilosus*, *Lycopodium clavatum*, *Valeriana stenophylla*, *Espeletia occidentales var. antioquiensis*, *Blechnum loxense*, *Diplostegium floribundum* y *Disterigma alaternoides*, dominantes de ambientes húmedos y encharcados. Las parcelas que presentan condiciones de humedad y las que están bajo condiciones de arbustal o matorral presentan más bajos contenidos de fitolitos que las otras que están bajo condiciones secas, de praderas o puyales.

- Florez, M. T. y S. L. Parra. 1999 a. Atlas de fitolitos de la vegetación altoandina en los páramos de Belmira y Frontino, Silicofósiles Altoandinos. Ed. Colciencias, Universidad Nacional, Universidad de Antioquia : 3-41
- Florez, M. T. y S. L. Parra. 1999 b. Fitolitos en paleosuelos Andicos altoandinos, San Felix, departamento de Caldas. Silicofósiles Altoandinos. Ed. Colciencias, Universidad Nacional, Universidad de Antioquia : 42-56.
- Florez, M. T. y S. L. Parra. 1999 c. Espectros de fitolitos en tres suelos Ándicos del Páramo de Frontino, departamento de Antioquia. Codi, Universidad de Antioquia, Universidad Nacional. En Prensa.
- Florez, M. T. y S. L. Parra. 2001. Propuesta de Clasificación Morfológica para los fitolitos en Colombia. Codi, Universidad de Antioquia, Universidad Nacional. En Prensa
- Lorente, M. A. 1986. Palynology and palynofacies of the Upper Tertiary in Venezuela. Dissertation Botanical, band 99, J. Cramer, Berlín. 222p.
- Parra, L. N. 1991. Geología Glacial del Páramo de Frontino. U. Nacional de Colombia, Medellín. 44 p. Inédito.

(1) Centro de Investigaciones Ambientales y de Ingeniería (CIA) Universidad de Antioquia. mtflorez@udea.edu.co

(2) Instituto de Ciencias Naturales y de Ecología (ICNE) Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. lnparra@perseus.unalmed.edu.co

RECONSTRUCCIÓN HISTÓRICA DE LOS PASTIZALES NATURALES DEL CALDENAL (ARGENTINA)

Gallego, L. ⁽¹⁾; Distel, R. A. ⁽¹⁾ y R. Camina ⁽²⁾

El sur del Distrito del Caldén comprende una amplia zona de pastizales naturales (Cabrera, 1976), donde la cría de bovinos constituye la principal actividad económica. El deterioro del estrato herbáceo de los pastizales, ocasionado principalmente por la reducción de la frecuencia del fuego (factor climático que ocurre naturalmente bajo condiciones de sequías) asociada al sobrepastoreo, habría favorecido el incremento de gramíneas perennes de escaso o nulo valor forrajero en detrimento de las gramíneas perennes deseables desde el punto de vista productivo (Bóo *et al.*, 1996). No obstante, debido a la falta de áreas relicto que hayan escapado al pastoreo, existe un desconocimiento acerca de las condiciones prístinas del Caldenal. Modelos sobre la dinámica de la vegetación (Distel y Bóo, 1996) sugieren la dominancia de gramíneas de alto valor forrajero (*Nasella clarazii* (Ball) Barkworth y *Poa ligularis* Nees ex Steudel) en la condición prístina antes de la introducción del ganado doméstico, ocurrido a principios del siglo pasado. Estas especies, sensibles a un pastoreo continuo, serían desplazadas por gramíneas intermedias palatables (*Piptochaetium napostaense* (Speg.) Hackel y *Nasella tenuis* (Phil.) Barkworth) bajo un pastoreo moderado o por gramíneas de baja palatabilidad (*Stipa gynerioides* Phil. y *Nasella tenuissima* (Trin.) Barkworth) si son sometidas a un pastoreo intenso.

Actualmente no existen evidencias científicas directas que corroboren estos cambios florísticos hipotéticos, por lo cual, el análisis fitolítico podría intervenir como una de las herramientas valiosas para éste fin. Para ello, en un sitio representativo del pastizal de planicie, se analizaron las asociaciones fitolíticas de diez parches dominados por flechillas intermedias (*P. napostaense* y *N. tenuis*) y de diez parches dominados por pajas (*S. gynerioides* y *N. tenuissima*), a distintas profundidades en el perfil del suelo (superficie, 5 cm, 10 cm y 15 cm). La extracción de fitolitos se realizó siguiendo la metodología propuesta por Zucol y Osterrieth (inédito) y los porcentajes relativos de las formas fitolíticas (según la clasificación propuesta por Twiss, 1992) se calcularon mediante el recuento de 400 partículas por muestra.

No observando diferencias significativas en los diferentes parches y horizontes muestreados, se compararon, a través de un modelo matemático, las asociaciones fitolíticas del suelo del flechillar y pajonal con las asociaciones fitolíticas foliares de las especies que supuestamente caracterizan las distintas condiciones del pastizal, según la intensidad del pastoreo. Este modelo estima por "mínimos cuadrados" la

proporción "k" y "1-k" de la asociación fitolítica de las respectivas especies que conforman cada grupo de comparación, para ajustarlas a la asociación fitolítica del suelo. El modelo representado por *P. ligularis* (K: 0.3374) y *N. clarazii* (K-1:0.6626) manifestó el mejor ajuste con la asociación fitolítica del suelo, medido a través del índice de asociación de Morisita (0,89). Los restantes modelos, *P. napostaense* y *N. tenuis* y *S. gynerioides* y *N. tenuissima*, obtuvieron los valores más bajos de asociación (0,54 y 0,39 respectivamente). En conclusión, los resultados obtenidos, a lo largo del perfil de los diferentes parches de suelo analizados, sugieren una asociación fitolítica homogénea perteneciente a una comunidad con dominancia de las gramíneas *P. ligularis* y *N. clarazii*, corroborando el modelo de vegetación propuesto por Distel y Boó (1996).

Bóo, R. M.; Peláez, D. V.; Bunting, S. C.; Elía, O. R y M. D. Mayor. 1996. Effect of fire on grasses in central semi-arid Argentina. *Journal of Arid Environments* 32: 259-269.

Cabrera, A. L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. En: *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Tomo II, Fasc. 1. ACME, Buenos Aires.

Distel, R. A. y R. M. Bóo. 1996. Vegetation states and transitions in temperate semiarid rangelands of Argentina. En: West, N.E. (Ed.), *Rangelands in a Sustainable Biosphere*, : 117-118. Society for Range Management, Denver.

Twiss, P. C. 1992. Predicted world distribution of C₃ and C₄ grass phytoliths. En: Rapp G. y S. Mulholland (Eds.), *Phytolith Sysyematics*: 113-128. Plenum Press.

Zucol, A. F. y M. Osterrieth. Inédito. Técnicas de preparación de muestras sedimentarias para la extracción de fitolitos. Enviado a *Ameghiniana*.

(1) CERZOS - Departamento de Agronomía (CONICET), UNS, Bahía Blanca. Av. de los Constituyentes s/n. lgallego@criba.edu.ar

(2) Departamento de Matemática, UNS. Av. Alem 1253.

INVESTIGACIONES DE FITOLITOS EN SUELOS DE MÉXICO

García Calderón, N. E.¹; Galicia Palacios, Ma. del S.¹; Valera Pérez, M. A.² y J. Ruíz Careaga²

La aplicación de los conocimientos en fitolitos a través de la identificación y caracterización de los cuerpos de sílice formados por las plantas, complementa los estudios en Edafología de la génesis de suelos, así como algunas correlaciones con las condiciones paleoclimáticas de su formación.

Los fitolitos se forman en tallos, hojas e inflorescencias de las plantas, en algunos taxa existen formas indicativas que mantienen los rasgos de la célula donde se formaron, después de la descomposición del tejido vegetal. En otros taxa la sílice produce formas menos indicativas, a menudo difíciles de identificar por su forma y tamaño; no obstante es indudable que los fitolitos se producen en la naturaleza en proporciones mucho mayores de lo que se pensaba con anterioridad, en los perfiles del suelo forman a su vez sus propios perfiles fitolitolíticos, donde se preserva información muy valiosa de la historia del suelo y de su desarrollo en el paisaje (Bobrova y Bobrov, 1997).

Por tal motivo, las investigaciones de fitolitos en suelos de México han tenido como objetivo principal profundizar en la génesis de los suelos, con relación a su presencia en los perfiles representativos de los sitios de estudio. Los objetivos particulares han sido en la diferenciación de horizontes en suelos derivados de cenizas volcánicas y Andisoles en el Eje Neovolcánico Mexicano (ENM) García-Calderón *et al.*, (1986), García-Calderón *et al.*, (1993); continuando con la relación de las formas de silicofitolitos con la vegetación en el ENM, en las áreas de chinampa de Xochimilco estas formas se han relacionado a su formación antrópica y a los cultivos en la región desde su formación; en áreas de la Sierra Mixteca, con objeto de relacionar los fitolitos a condiciones paleoclimáticas; y elucidar cambios en las formas de los fitolitos en suelos con diferente manejo y con diferentes perturbaciones (erosión, acumulación de nuevos sedimentos y el barbecho).

Los fitolitos se han obtenido de muestras seleccionadas de los diversos perfiles estudiados de la defloculación de 100 g de suelo seco al aire, sin tamizar, en Na₃PO₃, por agitación intermitente durante 16 a 24 h⁻¹, separando por tamizado en húmedo la fracción de arenas (< 47 µm), eliminando la fracción arcilla y obteniendo las fracciones de limo por su velocidad de sedimentación conforme a la ley de Stokes: limo fino (2-8 µm), limo medio (8-20 µm) y limo grueso (20-50 µm), secándolas al aire y calculando sus porcentajes en cada muestra, y para tomar alícuotas de las fracciones para su separación en fracciones ligeras y pesadas, mediante bromoformo D = 2,8. Posteriormente, la separación y purificación de la fracción de fitolitos en una mezcla bromoformo : etanol D = < 2,2, con objeto de obtener el porcentaje de esta fracción a estudiar posteriormente en el microscopio petrográfico y por MEB. García-Calderón *et al.*, (1993).

Los resultados obtenidos muestran que los fitolitos en los suelos estudiados exhiben una gran diversidad, si bien en su mayoría corresponden a vegetación de gramíneas, otros aún no ha sido posible su identificación taxonómica; si bien en los Andisoles policíclicos su presencia ha permitido identificar los horizontes A enterrados y los cambios en su morfología se relacionan con cambios en los factores que influyen en su formación además con los cambios en los componentes de la vegetación en sus diversos ciclos de formación. Por MEB, se ha comprobado que en todos los casos los fitolitos estudiados corresponden a silicofitolitos con escaso contenido de Fe, cuando se observan coloreados (desde color miel a pardo oscuro), se les ha observado como parte de inclusiones en granos de arena de las diversas localidades. Se ha demostrado la importancia de los fitolitos como una herramienta para separar con mayor precisión los procesos de formación de los Andisoles. Y también como un parámetro o elemento más, para enriquecer el conocimiento de estas formas de sílice amorfo, casi ubicuas en la naturaleza.

Bobrova, E. y A. Bobrov. 1997. Phytoliths in soils: species composition, distribution along a soil profile, and value as environmental indicators. En: Pinilla, A., J. Tresseras, M. J. Machado (Eds). Estado actual de los estudios de fitolitos en suelos y plantas. CSIC : 5-13.

García-Calderón, N.; Aleixandre, T.; Pinilla, A.; Aguilera, H.N., 1986. Mineralogía de Andosoles de la Zona Cafetalera de Veracruz (México). An. Edaf. Agrob. 45, (1-2): 103-118.

García-Calderón, N.; Juan, J.; Pinilla, A.; Galicia, P. S. 1993. Aportación de los Análisis Fitolitológicos al estudio de un Andisol en el Nevado de Toluca o Xinantecatl, México. Resultados preliminares. En: Gallardo, L. J. F. (Ed.) El estudio del suelo y su degradación en relación con la desertificación. III: 1498-1506.

(1) Facultad de Ciencias, UNAM, 04200, México. negc@hp.fciencias.unam.mx, msgp@hp.fciencias.unam.mx,
(2) DICA-ICUAP, BUAP.

SILICOFITOLITOS Y RECONSTRUCCIÓN PALEOAMBIENTAL: EL CASO DE LA LAGUNA NEGRA, R. O. U.

Inda, H. ⁽¹⁾ y L. Del Puerto ⁽¹⁾

El presente trabajo presenta los resultados obtenidos, mediante análisis fitolíticos, para un testigo tomado en la costa Noreste de la Laguna Negra, Rocha, ROU.

Las particulares condiciones de este cuerpo de agua, en cuanto a que habría perdido su conexión directa con el mar hace ca. 120000 años, le confieren un alto valor de registro de los procesos ambientales acaecidos desde el Holoceno Medio hasta el presente.

El análisis se llevó a cabo sobre un testigo de 185 cm de profundidad, en el cual se identificaron 9 unidades litológicas. Tres de estas unidades cuentan con fechados radiocarbónicos, que permitieron establecer una secuencia cronológica de 4000 años.

El análisis de fitolitos y diatomeas permitió establecer una secuencia de procesos ambientales para este cuerpo de agua, y discutir su relación en el contexto del sistema lagunar dominado por la Laguna Merín, de cuya cuenca forma parte la laguna objeto del presente estudio.

Esta información fue contrastada con los resultados obtenidos mediante este tipo de análisis para otros cuerpos de agua de la zona, mostrando una alta correspondencia con los eventos y procesos inferidos para la región. En forma complementaria, en un contexto paleoambiental más amplio, la información obtenida fue relacionada con la evolución del nivel del mar para el período involucrado, permitiendo así no sólo establecer las respuestas ambientales locales a fenómenos globales, sino también determinar las áreas y períodos en los que es necesario generar más información en futuras investigaciones.

(1) Laboratorio de Estudios del Cuaternario-UNCIEP, Facultad de Ciencias. Comisión Nacional de Arqueología – MEC. Iguá 4225, piso 11, C.P. 11400, Montevideo, Uruguay. unciép@fcien.edu.uy

MICROFÓSILES Y AGRICULTURA PREHISPÁNICA: PRIMEROS RESULTADOS DE UN ANÁLISIS MÚLTIPLE EN EL N.O.A. (ARGENTINA)

Korstanje, M. A. ⁽¹⁾

En este trabajo exploramos los motivos que a nuestro entender han limitado la expansión de los estudios que incorporen fitolitos y otros microfósiles al estudio de sistemas de producción agrícola-ganaderos en Arqueología (Würschmidt y Korstanje 1998-1999).

Al respecto, se plantean algunos de los problemas teóricos, metodológicos y técnicos en relación al estudio específico de fitolitos que consideramos que pueden haber influido como límites o motivos de tal atraso (Korstanje 1996). Conjuntamente se desarrollan y ponen en discusión nuevas líneas de análisis que toman a los microfósiles como conjuntos –vegetales y animales– (Coil *et al.* 2001; Babot y Korstanje 2001), para lo cual tomamos casos de estudio de sitios arqueológicos del noroeste argentino, principalmente a partir de extracciones en sedimentos arqueológicos relacionados con áreas de actividad productiva y patrones de manejo de plantas que impliquen cambios en la disponibilidad de especies en comunidades vegetales naturales y antropogénicas.

Se presentan los primeros resultados de este enfoque para el caso de estudio del Valle del Bolsón, Catamarca, Argentina.

Babot, M del P y M. A. Korstanje. 2001. On starch taphonomy: some issues on physical, chemical and possible laboratory damage. II International Conference: The state of the art in phytolith and starch research in the Australian-Pacific-Asian regions. Center for Archaeological Research (ANU), Camberra, Australia.

Coil, J.; Korstanje, M A.; Archer, S. y C. Hastorf. 2001. Laboratory goals and considerations for multiple microfossil extraction in archaeology. University of California, Berkeley. Enviado a publicar en Journal of Archaeological Science. Academic Press.

Korstanje, M. A. 1996. Sobre la producción agrícola-ganadera en el Formativo: Reflexiones para el camino. Actas del I Congreso de Investigación Social: "Región y Sociedad en el NOA" : 402-411. Facultad de Filosofía y Letras (UNT). Tucumán.

Würschmidt, A. y M. A. Korstanje. 1998-1999. Maíz en la Cocina: primeras evidencias de fitolitos en sitios arqueológicos del NO argentino. Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, 18: 457-468. Bs. As.

(1) Instituto de Arqueología y Museo. Universidad Nacional de Tucumán. alek@unt.edu.ar

SILICOBOLITOS/SILICOFITOLITOS: SU ROL EN LA MATRIZ DE SUELOS Y PALEOSUELOS DE AMBIENTES COSTEROS DE BUENOS AIRES, ARGENTINA

Osterrieth M. ⁽¹⁾

Las secuencias sedimentarias del sector costero del sudeste bonaerense, han sido estudiadas en sus aspectos mineralógicos, sedimentológicos y paleontológicos. La mineralogía evidencia que los minerales livianos son preponderantes y, dentro de ellos, los constituidos por sílice amorfo de origen orgánico e inorgánico llegan a porcentajes que superan el 30 % (Osterrieth y Schnack, 1984; Osterrieth, 1992; 1998; Osterrieth *et al.*, 1994). También se han realizado estudios fitolitológicos en estas secuencias (Osterrieth *et al.*, 1994; 1998; 1999; 2000; Osterrieth y Zucol, 2000; Alvarez *et al.*, este volumen).

Se presentan resultados del análisis fitolítico de sedimentos pedogenizados del Holoceno Tardío; su estado de alteración, estudio micromorfológico y mineraloquímico de los componentes de la matriz en suelos de intermedanos y de marismas actuales y antiguas.

Se trabajó en muestras disturbadas, representativas de las distintas secuencias estudiadas, con técnicas sedimentológicas de rutina, tamizado en seco, húmedo y por decantación y sifonado. Sobre las fracciones modales se definió: 1- muestra total, donde se establece la cantidad de sílice amorfa y de silicofitolitos respecto del resto de los minerales y 2-concentración con politungstato de sodio a densidad 2,3 para concentrar la fracción sílice amorfo. Se utilizó la clasificación de Bertoldi de Pomar (1971) para el recuento de 400 granos, usando microscopía óptica de polarización y electrónica de barrido (MEB). Las muestras no disturbadas se impregnaron en resina sintética para la realización de cortes micromorfológicos; también se realizaron estudios de agregados naturales de 0,5 X 0,5 cm, mediante MEB. Los estudios semicuantitativos de los componentes elementales, se efectuaron mediante EDAX.

Todos los suelos y paleosuelos hidromórficos, de ambientes costeros y transicionales, saturados y asociados a cuerpos de agua de variada magnitud, están caracterizados por mayor abundancia de silicofitolitos de gramíneas (15%), que los no-hidromórficos. Los fitolitos de ciperáceas con tenores de hasta 10% indican el paso de condiciones muy húmedas a pantanosas en estrecha relación con el avance y retroceso de la línea de costa durante el Holoceno Tardío acaecidos durante los últimos 3000 años AP. (Osterrieth *et al.*, 1998, 2000; Osterrieth, 2000; Osterrieth y Zucol, 2000)

Los niveles de alteración en los silicobiolitos no es un aspecto sencillo de analizar, si bien se ha trabajado *in extenso* especialmente en ambientes tropicales, forestales y savanas (Alexandre *et al.*, 2000; Watteau *et al.*, 1998). No ha sido posible establecer relaciones entre morfologías y mayor o menor grado de alteración; ni entre estados de alteración con el tiempo transcurrido. Los resultados obtenidos en este trabajo muestran que los silicobiolitos (fitolitos, diatomeas, y quistes de crisostomatáceas) en ambientes reductores, con pH muy ácidos de 4, o muy alcalinos mayor a 9, (valores límites para la disolución de la sílice), se presentan en cantidades altas y con variado grado de alteración, cuando lo esperable sería la desaparición de la fracción sílice amorfa. Esta situación llevaría a considerar que la materia orgánica juega un rol de protección atenuando los efectos de pH extremos.

En los ambientes dunícolas húmedos se presenta una microestructura con una matriz muy pobre, constituida por abundantes restos de silicobiolitos y materia orgánica, sus constituyentes elementales marcan importantes cantidades de sílice, seguido por calcio, hierro, sodio y cloro. En los suelos y paleosuelos hidromórfico-pantanosos se observa una matriz órgano-mineral más conspicua, también constituida por abundantes restos de silicobiolitos, cuyos componentes elementales van desde puramente silíceos cuando se asocian a piritas poliframboidales, a silíceos con abundante hierro, azufre, calcio, cloro y sodio.

De lo expuesto podría deducirse que los niveles de alteración en los silicobiolitos no se relacionan con eventos temporales, sino que se relacionan con la biogeoquímica del medio en estrecha relación con los componentes orgánicos. Estas interacciones que permiten la formación de complejos órgano-minerales a partir de sílice biogénica, como parte de la matriz de los suelos, favorecerían la formación y persistencia de agregados de suelos con distintos grados de evolución y situaciones ambientales diferentes.

Alexandre, A.; Bouvet, M. y J. Meunier. 2000. Phytolith and biogeochemical cycle of silicon in savanna ecosystem. 3th Meet. Phy. Res. Belgica Abs.: 1

Alvarez, F.; Borrelli, N.; Fernández Honaine, M.; Monti, L.; Osterrieth, M., Oyarbide, F. y V. Rossi. Este volumen. Silicofitolitos en médanos e intermédanos costeros de Mar Chiquita, Buenos Aires, Argentina. 2° Enc. Investigaciones Fitolíticas del Cono Sur, Actas.

Bertoldi de Pomar, H. 1971. Ensayo de clasificación morfológica de los silicofitolitos Ameghiniana, 8 (3-4): 317-328.

Osterrieth, M. 1992. Piritas framboidales en secuencias sedimentarias costeras del Holoceno tardío en Mar Chiquita. Buenos Aires. Argentina. 4° Reunión Argentina de Sedimentología, 2: 73-80.

Osterrieth, M., L. 1998. Paleosols and their relation to sea level changes during the Late Quaternary in Mar Chiquita, Buenos Aires, Argentina. Quaternary International: 43-44.

Osterrieth, M., 2000. Silicofitolitos una herramienta para la comprensión de procesos pedológicos del Cuaternario. XVII Congreso Arg. Ciencia del Suelo. CDR: 4pp.

Osterrieth, M y E. Schnack. 1984. El perfil de Mar de Cobo (Partido de Mar Chiquita. Provincia de Buenos Aires). Características de sus paleosuelos y posibles correlaciones. Simp. Oscilaciones del nivel del mar durante el último hemiciclo deglacial en la Argentina. Actas. Mar del Plata: 101-117.

Osterrieth, M. y A. F. Zucol. 2000. Paleoenvironmental reconstruction in Late Quaternary paleosoils of The Pampean Plains (Argentina) . 3rd Meet. Phytolith Res. Belgica Abstracts: 15-16.

Osterrieth, M.; Zucol, A. F. y A. López de Armentía. 1998. Presencia de restos vegetales carbonizados en secuencias sedimentarias costeras del Holoceno tardío de Mar Chiquita, Buenos Aires, Argentina. V Jornadas Geológicas y Geofísicas bonaerenses, Actas, 2: 251-254.

Osterrieth, M.; Bernava, V.; Holz, S.; Oyarbide, F.; Martínez, P. y M. Menone. 1994. Seminarios de Mineralogía de Suelos: Ecología y Mineralogía de suelos de Dunas costeras de Mar Chiquita. CECEN: 1-25

Osterrieth, M.; Alvarez, M.; Montti, L.; Tomás, M.; Oyarbide, F. y V. Rossi. 2000. Relación entre fitolitos en sedimentos y especies vegetales en los intermédanos costeros de Mar Chiquita. Seminarios Mineralogía de Suelos: 1-24.

Osterrieth, M.; Fernández Honaine, M.; Azcarate, I.; Christiansen, C.; Tiburcio, C.; Oyarbide, F. y M. Tomas. 1999. Biominerales en ambientes de dunas costeras. Seminarios Mineralogía de Suelos: 1-35

Watteau, F.; Villemin, G.; Burtin, G.; Ghanbaja, J. y F. Toutain. 1998. Biogenic silica tracing from plants to soil in a forest ecosystem. 2nd Meet. Phy Res. Francia Abs.: 79

(1) Centro de Geología de Costas y del Cuaternario. C.C 722. C-Central 7600 Mar del Plata. mosterri@mdp.edu.ar

SILICOFITOLITOS EN SEDIMENTOS LOÉSICOS DE LA LLANURA INTER Y PERISERRANA DE TANDILIA, BUENOS AIRES, ARGENTINA

Osterrieth, M. ⁽¹⁾

Los estudios sobre las características, origen y significado del loess son numerosos y significativos, han sido y son estudiados desde variadas especialidades del campo de las Ciencias de la Tierra. El loess es un depósito común en la llanura pampeana. Los estudios mineralógicos del mismo son comunes, aunque los que consideran los silicofitolitos son escasos. Al respecto, los antecedentes internacionales son amplios, pero limitados los locales, a pesar de que su importancia fuera señalada por Frenguelli en la década del 30, Teruggi en la década del 50-60 y reiterado con mucho énfasis por Bertoldi de Pomar, en las décadas del 70-80. La vegetación que predominó en esta región, durante la evolución de estos depósitos eólicos fue de tipo gramínea, la que se ubica entre los mayores productores de silicofitolitos.

Se trabajaron muestras disturbadas, con técnicas sedimentológicas de rutina, en muestras naturales y tratadas, mediante microscopía óptica y MEB, en tres fracciones: >38; 38-20 y 20-5 μm .

El contenido total de silicofitolitos en la fracción > 38 μm osciló del 0,6 al 2,9% y con predominio de los macrosilicofitolitos con los morfotipos: prismatolitas, braquiolitas, y flabelolitas. La fracción 38-20 μm presenta entre 4 y 12%, con los morfotipos: prismatolitas, aculeolitas, formas subredondeadas indeterminadas, estrobilolitas braquiolitas, halteriolitas, doliolitas y flabelolitos. Los mayores contenidos se presentan en la fracción 20-5 μm con valores promedios de 35%; y predominio de: estrobilolitas, prismatolitas, braquiolitas, formas redondeadas indeterminadas, doliolitas, halteriolitas y aculeolitas. Las evidencias de alteración son marcadas en los tamaños mayores y se analizan aspectos taxonómicos del material más pequeño.

Los silicofitolitos hallados permitirían atribuir al loess estudiado, una afinidad con el tipo de gramíneas C₃ (pooide) y C₄ (chloroide) indicadoras de condiciones climáticas semiáridas a subhúmedas, fresco, con poca humedad de suelo y marcada estacionalidad.

(1) Centro de Geología de Costas y del Cuaternario. UNMDP. CC722 C-Central. 7600 Mar del Plata. mosterri@mdp.edu.ar

APORTE DEL ESTUDIO DE SILICOFITOLITOS AL ANÁLISIS DE SITIOS ARQUEOLÓGICOS EN EL SUDESTE BONAERENSE (ARGENTINA): II. SITIO CUEVA EL ABRA, OTRO CASO DE ESTUDIO

Osterrieth, M. ⁽¹⁾; Mazzanti, D. ⁽²⁾; Martínez, G. ⁽¹⁾ y V. Bernava ⁽¹⁾

En esta comunicación se presentan los primeros datos obtenidos del estudio de silicofitolitos en la secuencia sedimentaria del sitio Cueva El Abra. Esta Localidad Arqueológica se suma a un contexto de sitios ubicados en reparos rocosos y zonas de pendiente que corresponden al ambiente serrano de Tandilia, estudiados por uno de los autores (DM) desde 1980 a la fecha (Mazzanti, 1999).

Los estudios de fitolitos en sitios arqueológicos para el país son muy escasos y sólo podemos mencionar los realizados por Wuschmidt y Korstanje (1998), en el noroeste de Argentina y una serie de trabajos previos en la zona, realizados en el Sitio 2 de la Localidad Arqueológica Amalia (Osterrieth *et al.*, 2000 y Zucol *et al.*, 2000). Este sitio es representativo además de las ocupaciones humanas en la región pampeana argentina desde hace más de 10500 años.

El sitio se encuentra sobre la pendiente noroeste de la sierra La Vigilancia, desde donde se domina visualmente la entrada al valle y zonas de llanura adyacente. A pocos metros de su boca y en un pequeño reparo hay representaciones rupestres pintadas con motivos figurativos zoomorfos (pisadas) y abstractos, siendo este estilo singular para esta región (Mazzanti y Valverde, 1999).

Se reconocieron tres componentes arqueológicos. El componente inferior (NA3) corresponde a la ocupación más temprana de cazadores recolectores y ha sido fechado en $9.834 \pm$ años 65 AP. El componente intermedio (NA2), también presenta un registro arqueológico considerable. El componente superior (NA1), está constituido por la acumulación progresiva de evidencias arqueológicas por parte de grupos tardíos que reutilizaron periódicamente este asentamiento. Se dispone de un fechado de 958 ± 32 años AP. Este contexto se presenta con áreas de combustión que calcinaron la superficie de la cueva.

El material y los artefactos líticos recuperados son abundantes; han sido elaborados con rocas de buena calidad para la talla y se presentan numerosas puntas de proyectil apedunculadas pequeñas. La colección de alfarería fragmentada es numerosa y diversa (decoración incisa con pintura roja, negra, etc.). El abundante registro faunístico del sitio se presenta en muy buen estado de conservación y diversidad de especies. Algunos restos presentan marcas producidas por animales y por la actividad humana (Quintana *et al.*, en prensa). Durante la excavación se identificaron pozos antrópicos los cuales pudieron ser delimitados claramente. Los mismos definen un episodio posterior a la ocupación indígena, pudiendo ser bien diferenciados de los niveles indígenas no perturbados.

En el sitio se realizaron excavaciones arqueológicas, sistema *décapage* durante sucesivas campañas (1996-2000), en cuyas secciones estratigráficas se definieron unidades estratigráficas sobre la base de la presencia de discontinuidades y de las características morfológicas (en base a lo establecido por el Soil Taxonomy, 1975).

Para el estudio de los silicofitolitos, en esta primer etapa, se trabajó en 6 submuestras (a intervalos consecutivos de 5 y 10 cm, niveles artificiales 1 a 6), que son representativas de la secuencia estudiada. Se establece la cantidad de sílice amorfa como de silicofitolitos, diatomeas y vidrios volcánicos, respecto del total de los componentes mineralógicos. Las muestras se montaron en aceite de inmersión y bálsamo de Canadá. Se utilizó la taxonomía de Bertoldi de Pomar (1971) y Twiss (1992). Se contaron 400 a 500 granos usando microscopía de polarización óptica y electrónica de barrido.

Las características morfológicas más relevantes de las muestras estudiadas indican colores más claros, castaño grisáceo en seco (10YR5/2), en los niveles superiores (1 y 2), que oscurecen levemente; castaño grisáceo oscuro (10YR4/2) en el nivel intermedio (3 y 4); para volver a aclarar en el nivel inferior (5 y 6) castaño (10YR5/3). Si bien la morfología es masiva en todos los niveles; la consistencia marca una notable compactación en el nivel superior 1, menos compacto en el nivel 2, que pasa a suelto en los restantes niveles. La textura es limoarcilloarenosa en los niveles 1 y 2, incrementando su granulometría a limoarcilloarcillosos en los 4 niveles inferiores.

En el análisis de las muestras naturales se observaron en los niveles 1 y 2 abundantes restos vegetales y materiales carbonosos, que pasan a comunes en los niveles 3 y 4, para ser casi inexistentes en los dos niveles inferiores.

En las muestras tratadas, los valores porcentuales medios de la fracción sílice amorfa: vidrios volcánicos, silicofitolitos y diatomeas, respecto del total de los componentes minerales son altos, con valores del 35, 42, 28, 27, 24 y 22 % de arriba abajo en la secuencia.

Si bien los tamaños de grano, con preponderancia de fitolitos son amplios, las granulometrías con los mayores contenidos de silicofitolitos es la de los limos menores a 20 μm . Son también los de mayor diversidad y riqueza morfológica.

Las diatomeas son muy abundantes en los niveles 1 y 2, escasas en el 3 y desaparecen a partir del nivel 4. La presencia de diatomeas, que son recurrentes en los niveles superiores de otros sitios arqueológicos, indican condiciones de humedad tales que generaron un encharcamiento de la cueva, en un período que podría haberse iniciado hace aproximadamente 1000 años AP (Martínez y Osterrieth, 2001).

Se presentan formas articuladas comunes en los 3 niveles superiores, desapareciendo hacia la base de la secuencia.

Las formas de fitolitos aisladas reconocidas con carácter preliminar, indican predominio de Prismatolitas (entre 22 y 10%), las de tamaño menor a 30 μm de largo, por unas pocas micras de ancho. Estas en su mayoría se presentan frescas mientras las morfologías mayores están alteradas en variada intensidad. Las Flabelolitas son escasas en general y predominan las formas más elongadas y pequeñas (1 a 3%). Las Aculeolitas están siempre presentes con bajos porcentajes (1-2%). Dentro de las morfologías menores a 40 μm , se destacan en cantidades semejantes (4 a 12%) Halteriolitas y Estrobilolitas, aunque con tendencias cuantitativas contrapuestas. En los tres niveles superiores predominan las Halteriolitas y en la base de la secuencia dominan los Estrobilolitas. Los Braquiolitas no superan el 3%. Son abundantes las morfologías subredondeadas, triangulares, muy pequeñas entre 5 y 8 μm , difíciles de definir por estar en el límite de la definición por microscopía óptica. Podrían ser formas muy erodadas, vinculadas a los sedimentos eólicos. También se observaron escasas Doliolitas.

Los vidrios volcánicos están presentes en toda la secuencia con valores que oscilan entre el 9 y 15 % de la fracción total, presentándose en general muy frescos; en el nivel superior se observan recubiertos de materiales oscuros.

No hay aquí tenores de fitolitos excepcionalmente altos como ocurre en el sitio arqueológico "Amalia", donde fue posible inferir un acondicionamiento antrópico del sitio con gramíneas (Osterrieth *et al.*, 2000 y Zucol *et al.*, 2000). Las cantidades de sílice amorfa, halladas en el sitio Cueva el Abra, son semejantes a las que presentan los Hapludoles líticos, suelos dominantes en ese ámbito serrano; y en su sector superior, a los que presentan los paleosuelos hidromórficos analizados en otros sectores de llanura pampeana. No

obstante, las cantidades son sensiblemente mayores que las que presentan las secuencias de sedimentos loésicos y paleosuelos de la zona (Osterrieth, 2000). El sector superior, niveles 1 y 2, con diatomeas como silicobiolitos preponderantes, indican la presencia de un ciclo húmedo con encharcamiento de la cueva, ocurrido hace unos 1000 años AP aproximadamente. En sector intermedio de transición, hacia el sector inferior donde ya no hay diatomeas y se presentan fitolitos, predominantemente Estrobilolitas, podrían corresponderse con los tipos asignados a gramíneas de condiciones semiáridas quedando por definir si se asignan al tipo C₄, como ya fuera definido para la base del sitio 2 de Amalia. Este evento se ubica entre los 7000 y 10000 años AP (Zucol *et al.*, 2000).

Este trabajo permitirá incrementar la base de datos fitolítica necesaria para el aporte de elementos a la interpretación de formación y evolución de sitios arqueológicos y las ocupaciones humanas en la llanura pampeana. Todo ello en estrecha interacción con los estudios sedimentológicos, geoquímicos, mineralógicos, estratigráficos, arqueológicos, entre otros.

- Bertoldi de Pomar, H. 1971. Ensayo de clasificación morfológica de los silicofitolitos. *Ameghiniana* 8 (3-4):317-328.
- Martinez, G. y M. Osterrieth. 2001. Estratigrafía, procesos formadores y paleoambientes. En: Mazzanti, D. y C. Quintana (Eds.). *Cueva Tixi: Cazadores y Recolectores de las Sierras de Tandilla Oriental*. 1 *Geología, Paleontología y Zooarqueología* 3: 19-34.
- Mazzanti, D. 1999. Secuencia arqueológica del Sitio Cueva el Abra, Tandilla oriental, provincia de Buenos Aires. *XIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*. Resúmenes: 365. Córdoba.
- Mazzanti, D. y F. Valverde. 1999. Representaciones rupestres de cazadores-recolectores en las sierras de Tandilla Oriental: una aproximación a la arqueología del paisaje. *XIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, Actas, Córdoba.
- Osterrieth, M. 2000. Silicofitolitos una herramienta para la comprensión de procesos pedológicos del Cuaternario. *XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*. CDR: 4.
- Osterrieth, M.; Zurro, D.; Mazzanti, D. y A. Zucol. 2000. The first study of silica phytoliths in an archaeological cave of the Pampean plains of Argentina. "La Amalia" site: a case study. *3rd I.M.P.R. Man and the (palaeo) environment*. Internacional. The phytolith evidence. Tervuren, Bélgica. Actas: 7-8.
- Quintana, C.; Valverde, F. y A. Albino. En prensa. Registro de fauna del sitio Cueva El Abra, Tandilla Oriental Pcia. de Bs. As. *XIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, Actas, Córdoba. 1999.
- Twiss, P. C. 1992. Predicted world distribution of C3 and C4 grass phytoliths. En: Rapp G. y S. Mulholland (Eds.), *Phytolith systematics, Emerging Issues*. *Advances in Arqueological and Museum Science*. Vol. 1: 113 – 128.
- Würschmidt, A. y M. A. Korstanje. 1998. Maizes and kitchens, first evidences of phytoliths in archaeological sites of northwestern in Argentina. *2nd Int. Meet. on Phytoliths Research*. Belgica. Abstract: 63.
- Zucol, A.; Brea, M.; Osterrieth, M. y G. A. Martínez. 2000. Análisis fitolítico de un horizonte sedimentario del Sitio 2 de la Localidad Arqueológica Amalia, provincia de Buenos Aires. *II Congreso de Arqueología de la región Pampeana Argentina*. Libro de resúmenes: 27. Mar del Plata.

(1) Centro de Geología de Costas y del Cuaternario. FCEyN-UNMdP. C.C 722 C-Central 7600 Mar del Plata.

(2) Laboratorio de Arqueología Bonaerense. Facultad de Humanidades UNMDP.

INVESTIGACIONES GEOBIOQUÍMICAS DE PALEOSUELOS DEL PLEISTOCENO TARDÍO – HOLOCENO EN LA PROVINCIA DE SAN LUIS, ARGENTINA

Strasser, E. ⁽¹⁾; Strasser, B. ⁽²⁾; Torra, R. ⁽³⁾ y E. Perino ⁽⁴⁾

Tomando el modelo conceptual de Hans Jenny (1941), según el cual el suelo es una función de los factores clima, organismos, topografía, material parental, tiempo, se plantearon algunas hipótesis de trabajo para desarrollar esta investigación interdisciplinaria.

En los sedimentos loésicos y loessoides pueden quedar registros geobioquímicos de los procesos pedogenéticos pasados, aunque la materia orgánica humificada se haya oxidado totalmente.

Se puede encontrar cierta correspondencia entre las características texturales y la diferenciación geoquímica, producidas durante la pedogénesis.

Se considera que el material de textura más fina que 44 μm es una mezcla de partículas de minerales de tamaño limo, en su mayor parte de origen alóctono; los productos de meteorización y el material fitolítico predominantemente locales.

Se considera a la población de partículas menores de 5,6 μm (arcilla textural) como un índice de la variabilidad en la intensidad de los procesos de meteorización que permite interpretar el reciclado y concentración geobioquímica de algunos oligoelementos.

Algunas especies del género *Stipa* son consideradas por los productores agrícolas y ganaderos como gramíneas colonizadoras de suelos degradados por la erosión hídrica y eólica. El profuso manojito de sus raíces adventicias atrapa los materiales minerales alóctonos y autóctonos con los que establece las relaciones biofísicoquímicas necesarias para su desarrollo. De esta manera favorece la incorporación de materia orgánica en distintos grados de transformación.

Como experiencia piloto se investigó la posible bioselección y concentración relativa de oligoelementos en un ejemplar de *Stipa tenuissima* y en el material mineral de su rizósfera. Se estableció una comparación con niveles de mayor intensidad de pedogénesis inferida en el perfil columnar Arroyo Barranquita (San Luis, 33°07' O; y 66°05' S). Este perfil se seleccionó por ser representativo de la sedimentación loésica del pie de monte del sur de la Sierra de San Luis, presenta un alto grado de homogeneidad granulométrica y casi en su totalidad se incluye en el campo de la textura franco limosa (Strasser *et al.*, 1996). Además se cuenta con una datación por C^{14} de restos de *Megatherium americanum*, los que fueron exhumados aproximadamente a 320 cm de profundidad, en la base de un manto loésico.

La representación gráfica de la distribución del diámetro de las partículas, en función de la profundidad, permitió discriminar niveles de características loésicas, loessoides e inferir la variabilidad transicional de etapas de deflación, de erosión hídrica y estabilidad para los depósitos de mantos loésicos (Strasser *et al.*, 1999).

Para el análisis químico elemental se utilizaron técnicas espectrométricas de Fluorescencia de Rayos X (FRX) (Strasser *et al.*, 2000). Se determinó el siguiente contenido elemental: SiO_2 , TiO , Fe_2O_3 , MnO , CaO , K_2O , P_2O_5 , Cr , Ni , Cu , Pb , Zn , Rb , Cs , Ba , Sr , Ga , Ta , Nb , Zr , V .

El material foliar, inflorescencias, tallos y raíces de la *Stipa tenuissima*, se secó a estufa (105°C), se carbonizó con mechero y se calcinó en mufla (600°C). De la parte aérea se obtuvo un 5% en peso de cenizas y un 4% del manojito radicular.

Del material mineral de la rizósfera y de los sedimentos loessoides estudiados, se separó la fracción de densidad menor a 2,3 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$, para la posterior clasificación y registro microfotográfico de los fitolitos, siguiendo los criterios propuestos por Bertoldi de Pomar (1971, 1972, 1975, 1980).

Peña Zubiarte *et al.*, (1998); Wambeke *et al.*, (1976); proponen para el suelo de esta región la denominación de Haplustoles énticos y Ustortentes típicos, desarrollados en un régimen ústico térmico, cuya cubierta herbácea está constituida por pastizales y pajonales estivo-invernales. La isohieta de 500 mm separa la región agropecuaria semiárida (régimen de humedad ústico) del régimen árido al Este y Oeste respectivamente.

En suelos con más del 2% de CO_3Ca libre se puede inferir que su complejo adsorbente está saturado con bases, lo que indica un balance hídrico negativo.

Resultados

Debido a que, en el horizonte A del suelo actual las razones de concentración de oligoelementos planta/suelo alcanzaron los valores mayores para Ni, Cu, Pb y Zn (tabla I), los niveles paleoedáficos que se seleccionaron fueron aquellos que contienen como producto de la meteorización el mayor contenido de estos elementos (tabla II).

Elemento	Ni	Cu	Pb	Zn
Tallo	3,6 : 1	3 : 1	1,4 : 1	1,7 : 1
Raíz	10,5 : 1	9 : 1	3 : 1	15,3 : 1

Tabla I: Relación de concentración de los oligoelementos, Planta/Suelo de *Stipa tenuissima*.

Nivel-Muestra	MO %	CO ₃ Ca %	Arena > 50µm	Limo Tot 50-5,6µm	Arcilla < 5,6µm	Ni ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
III – MegD (5)	1,2	1,5	35	57	8	10	41	31	49
IV – PMS10 (9)	0,31	0,7	30	54	16	11	30	52	53
VII – PMS15(16)	0,22	4,2	34	53	13	13	27	32	49
VIII – PMS4 (18)	0,54	2	42	47	11	11	24	22	48

Tabla II: Concentraciones relativas de oligoelementos en niveles de mayor intensidad pedogenética inferida, en el perfil columnar Arroyo Barranquita.

Niveles	% < 2,3 g cm ⁻³	Microfitolitos < 40µ		Macrofitolitos > 40µ	
		Halteriolita	Estrobilolita	Prismatolita	Aculeolita
Rizósfera <i>Stipa</i>	19	+	+	----	+
III MegD5	12	+	+	+	+
IV PMS10 (9)	17	+	+	+	+
VII PMS5(16)	3	----	+	+	+
VIII PMS4 (18)	8	+	+	+	+

Tabla III: Caracterización cualitativa (presencia-ausencia) de los fitolitos encontrados en los distintos niveles del perfil y en la rizósfera de *Stipa tenuissima*.

Comentarios

Los resultados obtenidos en la relación de concentración planta/suelo (Tabla I) permitieron evidenciar una correlación entre niveles de mayor intensidad de pedogénesis inferida por la textura y su contenido relativo de Ni, Cu, Pb, Zn, en el perfil Arroyo Barranquita (Tabla II).

El porcentaje en peso del material mineral de densidad menor de 2,3 g.cm⁻³ y la caracterización fitolítica cualitativa, se consideraron como indicadores de las variaciones relativas de la cobertura herbácea. Las Morfoformas representadas en las muestras son características de gramíneas (Tabla III).

El contenido de materia orgánica, carbonato de calcio libre, arcilla textural, la concentración relativa de oligoelementos y la caracterización morfológica de los fitolitos, permitió ajustar los límites de los niveles paleoedáficos, previamente inferidos por sus características texturales en el perfil columnar Arroyo Barranquita (Tabla II).

Los niveles VII y VIII corresponden a un manto loessoides que subyace al nivel fosilífero de edad radiocarbónica: 11810 ± 170 A.P (LATYR, 1994). Las características texturales evidencian procesos de deflación y el porcentaje de carbonato de calcio permite inferir condiciones edafoclimáticas de régimen hídrico árido. Los porcentajes en peso del material fitolítico en estos niveles son relativamente bajos, por lo que se infiere una cobertura vegetal rala, de pajonales estivales.

Para los niveles III y IV, considerando el contenido en materia orgánica y en carbonato de calcio, se infieren condiciones de régimen hídrico ústico. En el nivel IV la materia orgánica es escasa pero, presenta el mayor contenido de material fitolítico, Pb y Zn.

Bertoldi de Pomar, H. 1971. Ensayo de clasificación morfológica de los silicofitolitos. *Ameghiniana* 8 (3-4):317-328.

Bertoldi de Pomar, H. 1972. Opalo organógeno en sedimentos superficiales de la llanura Santafesina. *Ameghiniana* 9 (3):265-279.

Bertoldi de Pomar, H. 1975. Los silicofitolitos: Sinópsis de su conocimiento. *Darwiniana* 19 (2-4):173-206.

Bertoldi de Pomar, H. 1980. Análisis comparativo de silicobiolitos de diversos sedimentos continentales Argentinos. *Asociación Geológica Argentina, Revista* 35 (4) : 547-557.

Jenny, H. 1941. *Factors of soil formation. A system of quantitative pedology* 1st Ed. McGraw-Hill Book Co., New York.

Latyr: Laboratorio de Tritio y Radiocarbono. Conicet – UNLP- Fac. de Cs. Nat. y Museo. *Análisis Nro. LP-483*. 27 de abril de 1994.

Peña Zubiarte, C.; Anderson, D.; Demmi, M.; Saenz, J. y A. D'Hiriart. 1998. *Carta de Suelos y Vegetación de la provincia de San Luis*. INTA y Gob. de la Prov. de San Luis.

Strasser, E.; Tognelli, G.; Chiesa, J. y J. Prado. 1996. Estratigrafía y Sedimentología de los Depósitos Eólicos del Pleistoceno Tardío y Holoceno en el Sector Sur de la Sierra de San Luis. *XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Actas IV*: 73-83.

- Strasser, E.; Chiesa, J.; Tognelli, G. y H. Pabelo. 1999. Discriminación de Sedimentos Loésicos y Loesoides. Primer Congreso Argentino de Geomorfología y Cuaternario. Actas: 55-58. Santa Rosa - La Pampa.
- Strasser, E.; Gásquez, J.; Fernández, J.; Torra, R. y E. Perino. 2000. Análisis geoquímico y mineralogía inferida de sedimentos loésicos de la Provincia de San Luis y del Chaco. Argentina: Propuesta metodológica e inferencias paleoclimática. IX Congreso Geológico Chileno, Actas, vol.1: 700-704. Puerto Varas - Chile.
- Wambeke, A. Van y C. O. Scoppa. 1976. Los regímenes térmicos e hídricos de los suelos argentinos, calculados sobre la base de registros climáticos. INTA, IDIA Sup 33: 388-401.

(1) Dpto. de Geología. Fac. Cs. Fca. Mat. y Naturales.

(2) Dpto. Bqca. y Cs. Biológicas; Área de Ecología.

(3) Centro de Geociencias Aplicadas, Univ. Nac. del NE. Av. Las Heras 727 (3500), Resistencia, Chaco, Argentina.

(4) Dpto. de Química; Área de Qca Analítica.

(1, 2 y 4) Univ. Nac. de San Luis. Chacabuco y Pedernera (5700), San Luis, Argentina. eperino@unsl.edu.ar

ASOCIACIÓN FITOLÍTICA DE LA FORMACIÓN ALVEAR (PLEISTOCENO INFERIOR), ENTRE RÍOS, ARGENTINA

Zucol, A. F. ⁽¹⁾ y M. Brea ⁽¹⁾

La Formación Alvear (Iriondo, 1980), es una unidad, asignada al Pleistoceno Inferior, que se presenta en forma casi continua en la barranca del río Paraná desde la entrada del arroyo Nogoyá en el delta hasta el departamento La Paz. Litológicamente se compone por nódulos y placas horizontales y verticales irregulares de carbonato de calcio de color blanquecino. Entre las placas, se encuentra un limo arcilloso pulverulento no calcáreo de color castaño rosado y castaño verdoso con nódulos y capas delgadas de manganeso.

En la presente contribución se describe la asociación fitolítica presente en la Formación Alvear en su área tipo, la localidad Puerto General Alvear (departamento Diamante), ubicada a 30 km al sur de la ciudad de Paraná. En dicha asociación fitolítica se implementaron las pautas clasificatorias y nomenclaturales propuestas por Zucol (1999).

La asociación fitolítica, se compone por fitolitos esféricos, en su mayoría espinosos (estegmatas), asociados con fitolitos con forma de flabelo (células buliformes), agujones (ganchos y agujones) y prismáticos (células largas)-entre los de mayor tamaño- y fitolitos cónicos, en forma de halterio y de silla de montar (células cortas).

La afinidad botánica de estos fitolitos indica la presencia de una paleocomunidad dominada por palmeras (Arecaceae) y gramíneas (Poaceae) de los tipos meso y megatérmicos. En la actualidad estos componentes florísticos se encuentran en la región litoral, formando núcleos reducidos relictuales, relacionados con condiciones microambientales. Estos palmares, considerados “las sabanas más australes de sudamérica” son relictos de una flora cálida que en otros tiempos habitó la región (Brea y Zucol, 2000).

El análisis comparativo con paleocomunidades de composición florística similar desarrolladas durante el Mioceno en esta región (Zucol y Brea, 2000), muestra la ausencia de componentes asociados a cursos de aguas y humedales, lo cual permite estimar que las condiciones reinantes durante el Pleistoceno Inferior presentaban características de mayor aridez.

Brea, M. y A. F. Zucol. 2000. Lignofloras del Cenozoico Superior del Noreste Argentino. En: Aceñolaza G. y R. Herbst (Eds.) El Neógeno de Argentina. Serie Correlación Geológica 14: 245 – 253.

Iriondo, M. 1980. El cuaternario de Entre Ríos. Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral 11: 125 – 141.

Zucol, A. F. 1999. Fitolitos: Hacia un sistema clasificatorio. Primer Encuentro de Investigaciones Fitolíticas, Actas: 9 – 10.

Zucol, A. F. y M. Brea. 2000. Análisis fitolítico de la Formación Paraná en la provincia de Entre Ríos. En: Aceñolaza G. y R. Herbst (Eds.) El Neógeno de Argentina. Serie Correlación Geológica 14: 67 – 76.

(1) Laboratorio de Paleobotánica CICYTTP-Diamante. Materi y España sn, Diamante (3105), Entre Ríos, Argentina. fitolitos@cicytpp.org.ar

ESTUDIO PRELIMINAR DE MICRORESTOS SILÍCEOS DEL PALEOCENO DE LA FORMACIÓN SALAMANCA, PROVINCIA DEL CHUBUT, ARGENTINA**Zucol, A. F.** ⁽¹⁾; **Brea, M.** ⁽¹⁾ y **S. Matheos** ⁽²⁾

La Formación Salamanca expuesta en las localidades fosilíferas del Bosque de Szlápelis (45° 57' 31" S; 69° 18' 49" O) y Ormachea (45° 48' 53" S; 69° 04' 01" O), ubicada al sur de los lagos Musters y Colhué Huapi en la provincia del Chubut es conocida por su contenido paleobotánico a través del registro palinológico (Archangelsky, 1973, 1976; Archangelsky y Romero, 1973; Archangelsky y Zamaloa, 1982; Bellosi *et al.*, 2000), impresiones foliares (Berry, 1937 en Feruglio 1949; Dibber, 1986; Martínez, 1992) y troncos petrificados de grandes dimensiones de gimnospermas, angiospermas dicotiledóneas y monocotiledóneas (Romero, 1968; Zamuner, *et al.*, 2000).

En esta contribución se dan a conocer los resultados preliminares del análisis de los microfósiles silíceos hallados en la Formación Salamanca. El perfil de detalle integrado alcanza una potencia de 52 m, ubicado en el Cerro Colorado a 3 km del Cerro Abigarrado en donde se hallaron abundantes microfósiles silíceos en arcillitas, arcillitas tobáceas, limolitas y areniscas finas (Matheos, *et al.*, 2001).

En la sección inferior del perfil, la asociación de microfósiles silíceos esta compuesta por fitolitos de los tipos (*sensu* Bertoldi de Pomar, 1975) Euprismatolita, Flabelolita, Aculeolita (células largas, células buliformes y agujones de gramíneas), Braqueolita y Globulolita (stegmatas de Arecaceae); también están presentes fitolitos del tipo Nuxolita, fragmentos de espículas de esponjas de agua dulce del tipo óxeas lisas con canalículo axial y elementos de traqueidas gimnospérmicas. Esta asociación es típicamente continental.

En su sección media, la asociación comprende elementos tanto continentales como marinos. Dominan los quistes de chrysomonas (Chrysomonadales) afines a *Umbilicimonas ateriglobicola* y *Ambrosicysta cidaris* (Srivastava y Binda, 1984), espículas de esponjas de agua dulce del tipo *Gemmosclere* (Srivastava y Binda, 1984), fragmentos de óxeas lisas con canalículo axial (Bertoldi de Pomar, 1972) y espículas de esponjas marinas del tipo tetraxón (Kondo, *et al.*, 1994). También contiene fitolitos de los tipos Globulolita, Euprismatolita, Flabelolita, vasos de angiospermas dicotiledóneas, traqueidas de gimnospermas, fitolitos del tipo *xylophone-like* (*sensu* Kondo, *et al.*, 1994), posiblemente originados por helechos arborescentes y fitolitos *incertae sedis*. En esta última asociación están presentes los radiolarios (Radiolarea) con afinidad al orden Spumellarida (Los espumeláridos actuales habitan desde escasas profundidades hasta los 400 m) y las diatomeas centrales.

La sección superior del perfil posee muy pocos microfósiles silíceos o silicificados.

Los quistes de chrysomonas y la mayoría de las espículas de esponjas indican un depósito no marino. La presencia de traqueidas y vasos silicificados, fitolitos con afinidad graminoide, stegamatas de palmeras y fitolitos de helechos arborescentes evidencian la existencia de vegetación cercana a la línea de costa. Los restos fósiles de origen marino (espículas de esponjas y radiolarios) coinciden con las evidencias halladas por Bellosi *et al.* (2000), en donde proponen la existencia de un sistema estuárico dominado por corrientes de reflujo.

Los microfósiles silíceos hallados en las localidades fosilíferas del Bosque de Szlápelis y Ormachea permiten estimar que los sedimentos de la Formación Salamanca en este sector fueron depositados en zonas marginales costeras hasta lagunas o albuferas costeras, ya que la asociación de quiste de chrysomonas y espículas del tipo gemmosclere es indicadora de la presencia de praderas anegadas, manantiales, arroyos, charcas o lagunas. La abundancia de quistes de chrysomonas también permite estimar la existencia de una estacionalidad fría.

Las asociaciones microfósilíferas halladas en la sección media del perfil en estudio avalan las posturas de Chebli y Serraioto (1974) y Martínez (1992), donde proponen la existencia de posibles lagunas costeras, deltas de reflujo y albuferas.

Archangelsky, S. 1973. Palinología del Paleoceno de Chubut. I. Descripciones sistemáticas. *Ameghiniana* 10 (4): 339-399.

Archangelsky, S. 1976. Palinología del Paleoceno de Chubut. III. Análisis numérico. *Ameghiniana* 13 (3-4): 169-184.

Archangelsky, S. y E. Romero. 1973. Polen de Gimnospermas (Coníferas) del Cretácico Superior y Paleoceno de Patagonia. *Ameghiniana* 11 (3): 217-236.

Archangelsky, S. y M. C. Zamaloa. 1982. Nuevas descripciones palinológicas de las formaciones Salamanca y Bororó (Paleoceno de Chubut, República Argentina). *Ameghiniana* 23 (1-2): 35-46.

- Bellosi, E., Palamarczuk, S.; Barreda, V.; Managua, J. y G. Jalfin. 2000. Litofacies y palinología del contacto Grupo Chubut-Formación Salamanca en el oeste de la cuenca Golfo San Jorge, Argentina. Ameghiniana 37 (4) Suplemento: 45R-46R.
- Bertoldi de Pomar, H. 1975. Los silicofitolitos: Sinopsis de su conocimiento. Darwiniana 19: 173-206.
- Bertoldi de Pomar, H. 1972. Ópalo organógeno en sedimentos superficiales de la llanura santafesina. Ameghiniana 9 (3): 265-279.
- Chebli, G. y A. Serraiotto. 1974. Nuevas localidades del Paleoceno marino en la región central de la provincia del Chubut. Asociación Geológica Argentina, Revista 29 (3): 311-318.
- Dibber, M. 1986. Estudio de las improntas de la flora fósil del bosque Ormachea (Formación Salamanca, Paleoceno). Informe anual Beca de Perfeccionamiento CONICET. Inédita. Buenos Aires.
- Feruglio, E. 1949. Apuntes sobre la constitución geológica del valle superior del Río Chico. Informe inédito. YPF. Buenos Aires.
- Kondo, R.; Childs, C. y I. Atkinson. 1994. Opal Phytoliths of New Zealand. 85 pp. Manaaki Whenua Press, Lincoln.
- Martínez, G. 1992. Paleoambiente de la Formación Salamanca en la pampa María Santísima, Departamento Sarmiento, provincia de Chubut. Revista de la Asociación Geológica Argentina 47 (3): 293-303.
- Matheos, S. D.; Brea, M.; Ganuza, D. y A. Zamuner. 2001. Sedimentología y paleoecología del Terciario Inferior en el sur de la provincia del Chubut, República Argentina. Asociación Argentina de Sedimentología, Revista 8 (1): 93-104.
- Romero, E. 1968. *Palmoxylon patagonicum* n. sp. Del Terciario Inferior de la provincia del Chubut, Argentina. Ameghiniana 5 (10): 417-432.
- Srivastava, S. K. y P. L. Binda. 1984. Siliceous and silicified microfossils from the Maastrichtian Battle Formation of Southern Alberta, Canada. Paleobiologie Continentale 14 (1): 1-24.
- Zamuner, A.; Brea, M.; Ganuza, D. y S. Matheos. 2000. Resultados anatómicos-sistemáticos preliminares en la lignoflora del bosque de Szilápelis (Terciario Inferior), provincia del Chubut, Argentina. Ameghiniana 37 (4) Suplemento: 80R.

(1) Laboratorio de Paleobotánica, Centro de Investigaciones Científicas, Diamante (CICYTTP-CONICET). Materi y España SN (3105), Diamante, Entre Ríos, Argentina. fitolitos@cicytpp.org.ar

(2) Centro de Investigaciones Geológicas (CONICET-UNLP). 1 N° 644 (1900), La Plata, Argentina. smatheos@cig.museo.unlp.edu.ar

ANÁLISIS FITOLÍTICOS EN LA SECUENCIA SEDIMENTARIA DE GRAN BARRANCA, CHUBUT, ARGENTINA: II. EL MIEMBRO COLHUÉ HUAPI (FORMACIÓN SARMIENTO)

Zucol, A. F. ⁽¹⁾; Brea, M. ⁽¹⁾; Carlini, A. A. ⁽²⁾ y R. H. Madden ⁽³⁾

La secuencia sedimentaria de Gran Barranca, en la barranca sur del lago Colhué Huapi (45° 42' 49" LS 68° 44' 16" LO, provincia del Chubut, Argentina), se compone principalmente por los sedimentos piroclásticos de la Formación Sarmiento (165 m de espesor), con estratos en su mayoría tabulares, macizos, de homeoconglomerados, tobas y chonitas. En esta secuencia, y principalmente a partir de los cambios litológicos, variaciones de coloración, grado de ciclicidad y distribución de caracteres paleopedológicos, se han definido tres unidades sucesivas (Spalletti y Mazzoni, 1979), que desde la base hacia el techo son: Miembro Gran Barranca (76 m de espesor), Miembro Puesto Almendra (60 m de espesor) y Miembro Colhué Huapi (28 m de espesor).

En el marco de los estudios interdisciplinarios que se están llevando a cabo en esta localidad (Kay *et al.*, 1999), se realizó el análisis fitolítico preliminar de esta secuencia (Zucol *et al.*, 1999), con énfasis en los miembros Gran Barranca y Puesto Almendra. Es en el tiempo representado en este período en donde diferentes evidencias paleontológicas y sedimentológicas indican un marcado cambio climático y un evidente cambio en la composición de las faunas de mamíferos herbívoros de la SALMA Mustersense por la de los de la Deseadense.

En esta contribución se analizan las asociaciones fitolíticas del M. Colhué Huapi en Gran Barranca, la localidad fosilífera más rica de la SALMA Colhuapense, de modo de completar el análisis preliminar ya iniciado de toda la secuencia sedimentaria.

Los morfotipos fitolíticos determinados (*sensu* Bertoldi de Pomar, 1971) a lo largo de toda la secuencia sedimentaria del M. Colhué Huapi se caracterizan por la presencia de los siguientes grandes grupos: 1- Prismatolitos, que son abundantes, en sus diferentes tipos a lo largo de todo el perfil; 2-Aculeolitos, con una

elevada abundancia al igual que los 3-Flabelolitos en todo este Miembro; los 4-Globulolitos, si bien son abundantes, no alcanzan las elevadas frecuencias que se observan en el M. Gran Barranca. Los morfotipos afines a Arecaceae (Globulolitos) comienzan a hacerse evidentes en este último Miembro, mientras que en la sección superior del M. Puesto Almendra, este grupo se encuentra representado además por fitolitos esféricos, pero de superficie lisa y de un diámetro promedio mayor, los cuales por sus características morfológicas presentan mayor afinidad con grupos angiospérmicos. Los 5-Nuxolitos y los 6-Proteolitos, son abundantes en especial en la sección media del M. Colhué Huapi; los 7-Halteriolitos se presentan en forma discontinua y en general con una frecuencia menor que la observada en los sedimentos de transición entre el M. Gran Barranca y el M. Puesto Almendra. En menor abundancia se encuentran los 8-Estrobilolitos y los 9-Braquiolitos; en algunos niveles resultan de importancia los 10-Doliolitos y 11-Pileolitos cuyo registro es bastante discontinuo. Por último se han hallado fragmentos de espículas en los niveles inferiores del M. Colhué Huapi.

La asociación fitolítica presente en este sector del perfil muestra la reaparición de las Arecaceae (escasas en la sección superior del M. Puesto Almendra), si bien en menor frecuencia que la registrada en la asociación globulolita del M. Gran Barranca. Esto se debe al incremento de los fitolitos de afinidad graminoides de los tipos de los prismatolitos, aculeolitos y flabelolitos; mientras que los fitolitos de los tipos halteriolitos, estrobilolitos, doliolitos y braquiolitos se encuentran en una abundancia que varía según los distintos niveles marcando una alternancia de las gramíneas panicoides y las chloroides – pooides.

En base al análisis fitolítico integrado puede inferirse, de manera preliminar, que la composición paleoflorística de la Formación Sarmiento presenta una asociación fitolítica dominada por Arecaceae (M. Gran Barranca), que es reemplazada por una serie de asociaciones con mayor abundancia de fitolitos de afinidad graminoides, con componentes panicoides para la sección inferior M. Puesto Almendra, y componentes chloroides – pooides en la sección superior M. Puesto Almendra). El presente análisis de la sección superior del perfil (M. Colhué Huapi), muestra la presencia de los componentes florísticos ya descritos en la sección inferior, los cuales se presentan en frecuencias relativamente menores y mostrando condiciones de oscilación entre los componentes megatérmicos alternando con los meso y microtérmicos.

Bertoldi de Pomar, H. 1971. Ensayo de clasificación morfológica de los silicofitolitos. *Ameghiniana* 8 (3-4): 317-328.

Kay, R. F.; Madden, R.H.; Vucetich, M. G.; Carlini, A. A.; Mazzoni, M. M.; Re, G. H.; Heizler, M. y H. Sandeman. 1999. Revised geochronology of the Casamayoran South American land Mammals Age: climatic and biotic implications. *Proceeding of the National Academy of Science of the United State of America*, 96 (23): 13235 – 13240.

Spalletti, L. A. y M. M. Mazzoni. 1979. Estratigrafía de la Formación Sarmiento en la barranca sur del Lago Colhué Huapi, provincia del Chubut. *Asoc. Geol. Arg., Rev.* 34(4): 271-281.

Zucol, A. F.; Mazzoni, M. M. y R. H. Madden. 1999. Análisis fitolíticos en la secuencia sedimentaria de Gran Barranca, Chubut. *Primer Encuentro de Investigaciones Fitolíticas, Actas*: 11' – 11".

(1) Laboratorio de Paleobotánica CICYTTP-Diamante. Materi y España sn, Diamante (3105), Entre Ríos, Argentina. fitolitos@cicytpp.org.ar

(2) Departamento Científico de Paleontología de Vertebrados, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, U.N.L.P. Paseo del bosque sn, La Plata (1900), Buenos Aires, Argentina.

(3) Department of Biological Anthropology and Anatomy, Duke University, Durham, NC 27710.

CONFERENCIAS

CÉLULAS SILÍCEAS EN GÉNEROS ARGENTINOS DE LA FAMILIA PODOSTEMACEAE

Tur N. M. ⁽¹⁾

Es conocido el hecho que muchos vegetales poseen células silíceas (Gramíneas, Cyperáceas, Musáceas, Palmeras, etc.) y las Podostemáceas.

En el conocimiento de las células silíceas de la familia, los primeros trabajos referidos a las mismas son: el de Cario, 1881, quien las describe para *Tristicha trifaria*, que se encuentra en nuestro país, y Warming en el mismo año, para *Podostemum ceratophyllum* y *Mniopsis* spp.

Warming, 1888, las cita y las dibuja en varios *Podostemum* de Sudamérica.

Went, 1929, dice que las plantas cuando florecen pierden parte de la epidermis y quedan turgentes, como si estuvieran cubiertas de arena"; se refiere a las células síliceas de *Apinagia staheliana* (= *Oenone staheliana*) hallada en la zona norte de Sudamérica.

En nuestro país Pontiroli, 1955, dice "la presencia de cuerpos de sílice en los tejidos periféricos, mediante los cuales la planta es preservada durante épocas de desecación y puede soportar los choques mecánicos a los que está expuesta; estos cuerpos que faltan en hojas flotantes libres, se encuentran en algunas especies en número tan elevado, que forman una especie de armazón superficial que impide la muerte de la planta si hay sequías prolongadas; cuando faltan totalmente o son poco numerosos, la planta se contrae al secarse". En el desarrollo del trabajo no los dibuja ni los cita en la descripción de las especies.

Pomar, 1971 y 1975, cuando realiza su clasificación morfológica de los silicofitolitos, los cita, los dibuja y hasta presenta algunas fotografías tomadas con el MEB.

Tur, 1987, presenta los dibujos en 2 especies: *Tristicha trifaria* y *Podostemum uruguayense*.

En la Argentina la familia se encuentra representada por 6 géneros y unas 14 especies, que viven en lugares soleados, en rápidos, saltos y cataratas de aguas cálidas, en la cuenca del río Paraná, desde las cataratas del Iguazú hasta los saltos de Apipé (ahora desaparecidos al construirse la represa) y en la del río Uruguay hasta Salto Grande (ahora también desaparecidos) aunque aún se encuentran Podostemaceae en la costa de la República Oriental del Uruguay.

Las Podostemaceae de nuestro país, son las únicas plantas vasculares adaptadas para vivir en esos tipos de ambientes, muchas especies tienen una verdadera cubierta de células síliceas, formada por una o más capas, que las protege de la acción de la corriente del agua y de la desecación, cuando las aguas bajan.

Al morir las plantas, las células síliceas se van soltando y son arrastradas por el agua del río. La Dra. Pomar las encontraba en los sedimentos, a la altura de la ciudad de Santa Fe, es decir muchos kilómetros aguas abajo de su lugar de origen.

Para la observación de las células síliceas, las plantas secas de Podostemaceae, han sido tratadas con ácido nítrico e hidrato de cloral, en caliente, para destruir la materia orgánica. También se han realizado espodogramas con plantas enteras o trozos de las mismas, para observar la cantidad y posición de las células síliceas.

En el presente trabajo se presentan fotografías tomadas con el MEB, de gran parte de las células síliceas que se encuentran en estas especies. Las observaciones realizadas, permiten distinguir algunos de los géneros por el tipo de células síliceas que poseen.

Cario, M. 1881. Anatomische Untersuchung von *Tristicha hypnoides* Spreng. Bot. Zeitung 39: 25, 41, 57, 73, t. 1-24.

Pomar, H.B. de, 1971. Ensayo de clasificación morfológica de los silicofitolitos. Ameghiniana 8 (2-3): 317-328.

Pomar, H.B. de, 1975. Los silicofitolitos: sinopsis de su conocimiento. Darwiniana 19: 173-206.

Pontiroli, A. 1955. Podostemáceas Argentinas. Bol. Soc. Argent. Bot. 6(1): 1-20.

Tur, N. M. 1987. Podostemaceae. En Flora Ilustrada de Entre Ríos, Colecc. Cient. Inst. Nac. Tecnol. Agropecu., 6: 43-54.

Tur, N. M. 1997. Taxonomy of Podostemaceae in Argentina. Aquatic Bot. 57: 213-241.

Warming, E. 1888. Familien Podostemaceae. Kgl. Danske, Vidensk.-Selsk., Skr., 6. Raekke 4(8): 1-72.

Went, 1929. Morphological and histological peculiarities of the Podostemonaceae. Proc. Internat. Congr. Pl. Sc. Ithaca, 1: 351-358.

(1) División Plantas Vasculares, Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata, Paseo del Bosque s/n, 1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina. tur@museo.fcnym.unlp.edu.ar

LOS ESTUDIOS FITOLÍTICOS EN ARGENTINA DURANTE LAS PASADAS DÉCADAS

Bertoldi de Pomar, H.⁽¹⁾

Habiendo adquirido relevancia el estudio de los silicofitolitos en la actualidad, resulta interesante recopilar antecedentes en la Argentina.

Hasta la década del '70, en nuestro país, los fitolitos sólo fueron objeto de curiosidad, y su presencia en plantas y ambientes sedimentarios diversos se mencionaron como un elemento composicional más.

Hoy, es ampliamente reconocido su valor como herramienta taxonómica o interpretativa, en estudios tan diversos como los que se aplican a la identificación y caracterización de especies vegetales, evolución de suelos, procedencia de sedimentos inconsolidados, polvo atmosférico, cambios climáticos, alimentación de animales actuales y prehistóricos, efectos sobre su aparato digestivo a través de la ingesta y, últimamente

(con notable énfasis) en las investigaciones arqueológicas. Faltaría incluir su empleo en la resolución de cuestiones policiales, según los relatos del Dr. Rovner durante el 1° Encuentro Argentino de Investigaciones Fitolíticas, realizado en 1999 en Diamante, Entre Ríos.

Aunque la primera cita de fitolitos en territorio argentino la proporcionó Darwin en 1881, aportando las muestras recolectadas durante su viaje alrededor del mundo en el Beagle, y analizadas oportunamente por Ehrenberg, el primer estudio específico lo realizó Frengüelli. De resultados del mismo, la Asociación Científica de Santa Fe publicó, en el año 1930, su trabajo pionero “Partículas de Sílice organizada en los loess y los limos pampeanos”, vigente en la actualidad como punto de partida para cualquier estudio relacionado con este componente de la corteza terrestre.

Desde esa fecha, hasta el año 1941, en que Freier publicó su trabajo sobre la anatomía foliar de una gramínea (*Chusquea*), nadie se ocupó de este asunto, y él mencionó a los fitolitos solamente como elemento constitutivo del tejido epidérmico.

En el período 1941-1966, otros botánicos (Cáceres, Parodi, Calderón, Türpe) los mencionaron esporádicamente con la misma finalidad al ocuparse de otras gramíneas.

Durante las décadas 1970-80, Peineman con otros colaboradores y Tecchi se ocuparon brevemente de este tema, aplicado específicamente a suelos pampeanos. La mayor producción durante este período la produjo la que suscribe, sobre observaciones practicadas en plantas y sedimentos diversos.

Más adelante, y desde 1990 hasta la fecha, se conocen aportes de Pecorari, Guerif y Stengel, en suelos; Di Paola y González en sedimentos terciario-pleistocénicos; una destacada producción de Osterrieth y colaboradores, en suelos actuales y paleosuelos; Zucol y Brea en gramíneas y formaciones sedimentarias de edad geológica reciente y, últimamente, Würschmidt y Kostanje, iniciando investigaciones en el auspicioso campo de la Arqueología.

Una mención especial merecen los trabajos de Tur (1985, 1987 y 1997) sobre podostemáceas en la Argentina. Si bien no están motivados específicamente por la identificación de fitolitos, sino con fines taxonómicos, sus contribuciones resultan invaluable por cuanto estas gramíneas, densamente silicificadas, son de distribución geográfica restringida, no sólo en el país sino en toda Sudamérica. Por tanto, la presencia de silicofitolitos procedentes de estas plantas resulta altamente significativa en sedimentos de ámbitos impropios para su desarrollo en la actualidad.

La programación propuesta para este Encuentro demuestra un incremento alentador en el número de investigadores interesados en el tema que nos ocupa, según distintas orientaciones.

En lo que a mi capacitación respecta, puedo relatar algunas vivencias que me hicieron avanzar en este campo, aunque constituyó siempre un “hobby”, complementario de los planes de investigación sedimentológica comprometidos con las instituciones contratantes. Estos se iniciaron en el año 1947 en el ex Instituto Experimental de Investigaciones y Fomento Agrícola Ganadero de Santa Fe, hoy convertido en Ministerio de Agricultura, Ganadería, Industria y Comercio.

El estudio microscópico de suelos, con la finalidad de identificar los componentes mineralógicos de las fracciones no arcillosas, me deparó las primeras sorpresas, ante la presencia de extrañas partículas, de morfología ajena a las leyes de la cristalografía, en el campo de observación. De ellas no había sido informada durante el cursado de las asignaturas que conformaban la carrera de Ciencias Naturales, (especialidad en Mineralogía y Geología).

Pero tuve la fortuna de entablar relación con el Dr. Frengüelli, que visitaba nuestro laboratorio de Geología toda vez que viajaba a Santa Fe por razones familiares. Él fue quien me asesoró tanto en lo referente a los caracteres intrínsecos de los silicofitolitos como a los métodos de preparación de materiales, particularmente sedimentarios, para optimizar la observación microscópica.

Me introduje en la temática munida de un microscopio de polarización Leitz monocular, modelo 1925, con una excelente óptica. La falta de otros recursos, con los cuales se cuenta en la actualidad, obligaba a emplear el ingenio para maximizar el uso de herramientas naturales, tan imprescindibles como la vista. Aplicando un ojo al ocular del microscopio, dirigía el otro al papel donde documentaba gráficamente estos “hallazgos”. Lápiz en mano dibujaba cada “partícula de sílice organizada” en escala, sobre papel milimetrado. A la vez, evaluaba su frecuencia relativa mediante recuentos numéricos que registraba por el método de los palotes.

Desde 1968, instalada ya en el Instituto Nacional de Limnología (CONICET), y ampliados los recursos técnicos y materiales, pude dedicar mayores esfuerzos a estas investigaciones sobre un tema que me apasionó hasta la actualidad.

Mientras tanto, en el país nadie más se había interesado por estas cuestiones hasta entonces, ni lo fue a posteriori durante mucho tiempo. Por lo cual, en lo sucesivo resulté relativamente autodidacta.

Recurrí a la comunicación epistolar con investigadores extranjeros, en la medida que tomaba conocimiento de su lugar de residencia y de su producción científica alusiva a este asunto. Por fortuna siempre tuve respuesta favorable para acceder a la bibliografía específica y conformar mi acervo personal. Ellos fueron

en especial G. Baker de Australia; D. Parry y F. Smithson de Inglaterra; F. Lanning de Norteamérica; P. Binda de Canadá; L. Labouriau de Brasil; E. Govindarajalu de India y J. Taugourdeau de Francia.

Si bien no se publicaron los resultados de todas las observaciones practicadas, tuve oportunidad de hacerlo sobre materiales diversos de apartados puntos del país.

Así fueron: sedimentos superficiales, suelos, sedimentos de fondo del arroyo Golondrina y arenas de perforaciones en el área de inundación anterior del río Paraná en la provincia de Santa Fe. Además, sedimentos de fondo del río Paraná medio, desde su confluencia con el río Paraguay hasta Paraná; suelos aluviales y lagunas permanentes y temporarias del área de inundación de este río sobre su margen derecha, en los ríos Corriente y Santa Lucía y en los esteros de Batel, tributarios del Paraná, en paleoambientes sedimentarios de su margen izquierda en la provincia de Corrientes; en el lago Mascardi (R. Negro). En 1971 propuse un ensayo de clasificación morfológica de los silicofitolitos hasta entonces conocidos, entendiéndolo que era oportuno intentar un lenguaje específico universal que permitiera, no sólo evitar descripciones engorrosas, sino también identificar cada morfotipo por su sola designación. Me satisface su aceptación por parte de otros autores, hasta tanto se configure una clave definitoria, elaborada según las normativas de otras taxonomías aplicadas a las ciencias naturales.

Más adelante, en 1975, fundamentalmente para satisfacer la necesidad personal de aunar y ordenar la información lograda hasta esa fecha, compuse el trabajo "Silicofitolitos: Sinopsis de su conocimiento".

El panorama obtenido a través de estas oportunidades me permitió evaluar concienzudamente el papel de los silicofitolitos como indicadores ecológicos, conocido ya su valor como herramientas taxonómicas para las especies vegetales que los producen. Hoy se suman los estudios arqueológicos y otras aplicaciones.

Es de esperar que el impulso actual de las investigaciones sobre el tema en el país conduzcan a obtener importantes descubrimientos científicos, y que los mismos permitan destacar al elenco de nuestros investigadores en el concierto mundial de fitolitólogos.

El éxito de esta convocatoria demuestra que esto ya se ha logrado en gran parte. Seguramente se contribuirá a develar incógnitas pendientes en la interpretación de los fenómenos naturales que produjeron los cambios evolutivos sobre la superficie terrestre.

(1) Grand Bourg 4352 – 3000 Santa Fe