

Fitolitos de sílice

Otra herramienta para el estudio de los ambientes fueguinos durante el pasado geológico reciente



María Laura Benvenuto



Andrea Coronato

Los fitolitos de sílice

Entre los organismos que habitan nuestro planeta, muchos presentan biomineralizaciones, es decir, depósitos minerales generados a partir de la actividad metabólica del organismo. Algunos ejemplos muy conocidos son las valvas de moluscos, los caparazones de tortugas, los otolitos de peces y los huesos y dientes de vertebrados. Sin embargo, existen otras biomineralizaciones poco conocidas, generadas por las plantas y de difícil observación directa: los fitolitos, compuestos por calcio o sílice. Al referirnos a silicofitolitos (sílico, "sílice"; fito, "planta"; lito, "piedra"), hablaremos de las biomi-

neralizaciones de sílice amorfa de origen vegetal.

Cuando el ácido monosilícico (H_4SiO_4), una sustancia disponible en el suelo, es absorbido por las raíces de la planta y transportado por el xilema a todo el cuerpo vegetal, se deposita en sus órganos (frutos, hojas, flores) como sílice amorfa hidratada ($SiO_2 \cdot nH_2O$) (Fig.1).

La presencia de sílice en las plantas tiene efectos positivos ya que puede estimular la fotosíntesis, promover el crecimiento, actuar como defensa ante patógenos y aumentar la resistencia ante sequías, entre otros. Su alto grado de perdurabilidad asegura que los silicofitolitos contenidos en los teji-



dos vivos de las plantas pasen a formar parte del suelo una vez que ésta muere.

Dado que estos depósitos de sílice adoptan la forma exacta de una célula vegetal, sumado a que no todas las plantas son capaces de generarlos, adquieren importancia diagnóstica y de relevante significado para clasificar a las plantas en sus distintos grupos de pertenencia. Se reconocen silicofitolitos tanto en depósitos sedimentarios antiguos como en suelos actuales. Aquellos silicofitolitos que logran conservarse adecuadamente en suelo o sedimentos luego de la muerte de una planta, pueden ser utilizados para identificar los grupos vegetales presentes en el registro fósil.

Silicofitolitos en turberas

En las turberas se produce materia orgánica vegetal que se acumula bajo condiciones de anegamiento y déficit de oxígeno. Las turberas de Tierra del Fuego preservan depósitos de materia orgánica con patrones de sedimentación continua a lo largo de miles de años. Mediante el estudio de sus diversos componentes es posible realizar reconstrucciones **paleoambientales** para conocer cómo era el ambiente natural durante el **Cuaternario tardío**. Además, los fragmentos

de madera y/o de turba recolectados en el interior de las turberas sirven para calcular con precisión la edad de los niveles desde donde se extraen los silicofitolitos. Desde hace más de dos décadas se llevan a cabo estudios para interpretar la historia ambiental de la región a partir del análisis de polen, esporas, diatomeas, cenizas volcánicas y polvo at-

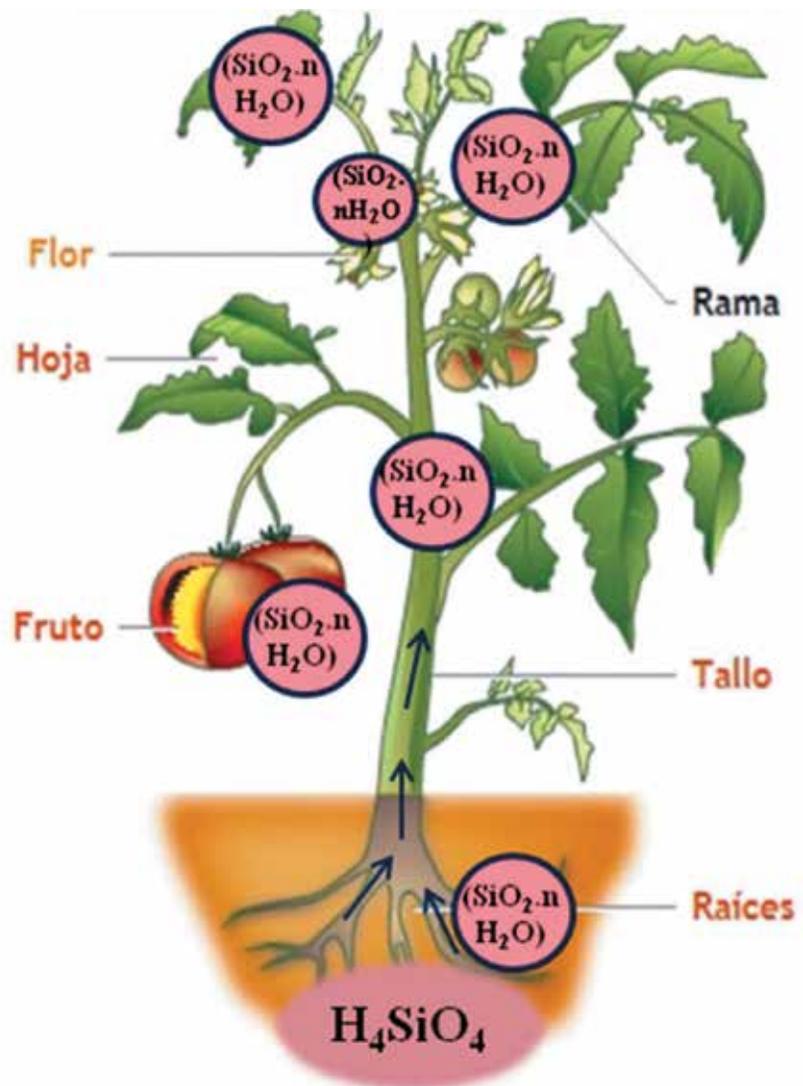


Figura 1: Esquema general de la incorporación de sílice en las plantas. (Adaptado de: <http://organosdelosseresvivos.blogspot.com.ar/2010/06/las-plantassuclasificacion-nutricion-y.html>).

mosférico resguardado en las turberas. Desde el año 2008 se sumaron los estudios de silicofitolitos fósiles en turberas de Tierra del Fuego (ver bibliografía) y se presentan parcialmente en este artículo.

Los silicofitolitos estudiados

Dos sitios con presencia de turba fueron el escenario para el análisis de silicofitolitos en la región: la turbera de la desembocadura del río Turbio y estratos de turba fósil del depósito

aluvial del arroyo Catalanes (Figura 2).

En ambos sitios se determinó la cantidad y morfología (forma) de silicofitolitos presentes en las especies vegetales actuales, en los primeros 5 cm de suelo actual y en los sedimentos asociados. El análisis de la vegetación actual y de suelo permitió saber cuáles son las especies vegetales que están produciendo silicofitolitos y cuántos de ellos están siendo aportados al suelo circundante.

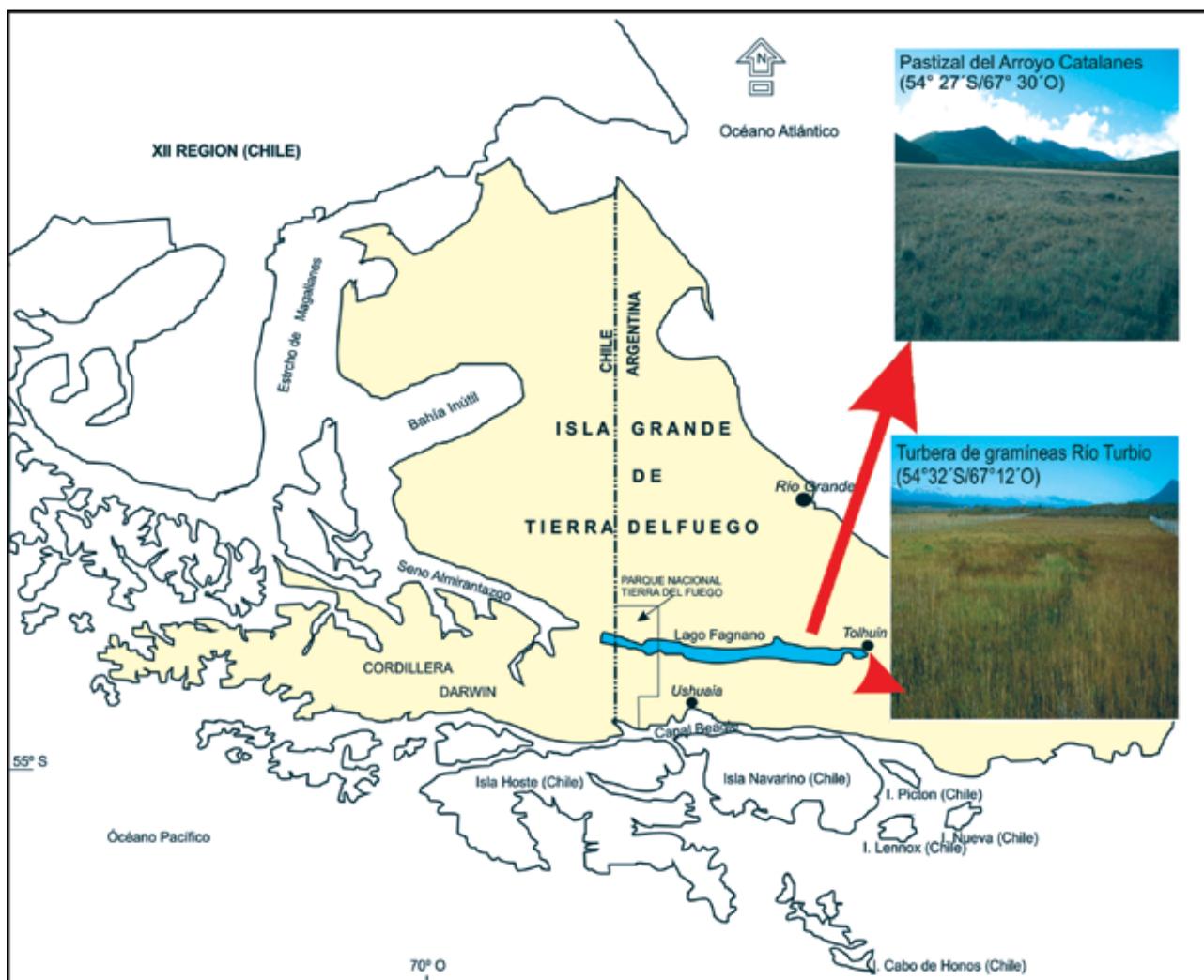


Figura 2: Vistas panorámicas de los sitios de trabajo y su ubicación en Tierra del Fuego.



En los **perfiles sedimentarios**, el análisis se realizó hasta una profundidad de 2,5 m (río Turbio) y 3,5 m (arroyo Catalanes) (Figura 3). A través del análisis radiocarbónico se determinó que el material se depositó allí hace 8.000 y 11.000 años, respectivamente.

Mediante el análisis de 24 especies vegetales presentes en ambas turberas (Tabla 1), fue posible identificar que la

mayoría de las especies actuales presentan depósitos de silicofitolitos (Figura 4), excepto tres (*Cerastium arvense*, *Colobanthus quitensis* y *Sphagnum fimbriatum*). Esto nos indica que es posible el aporte de silicofitolitos al suelo circundante una vez que la vegetación que conforma las turberas muere y se deposita. Las morfologías silicofitolíticas halladas en el suelo actual de

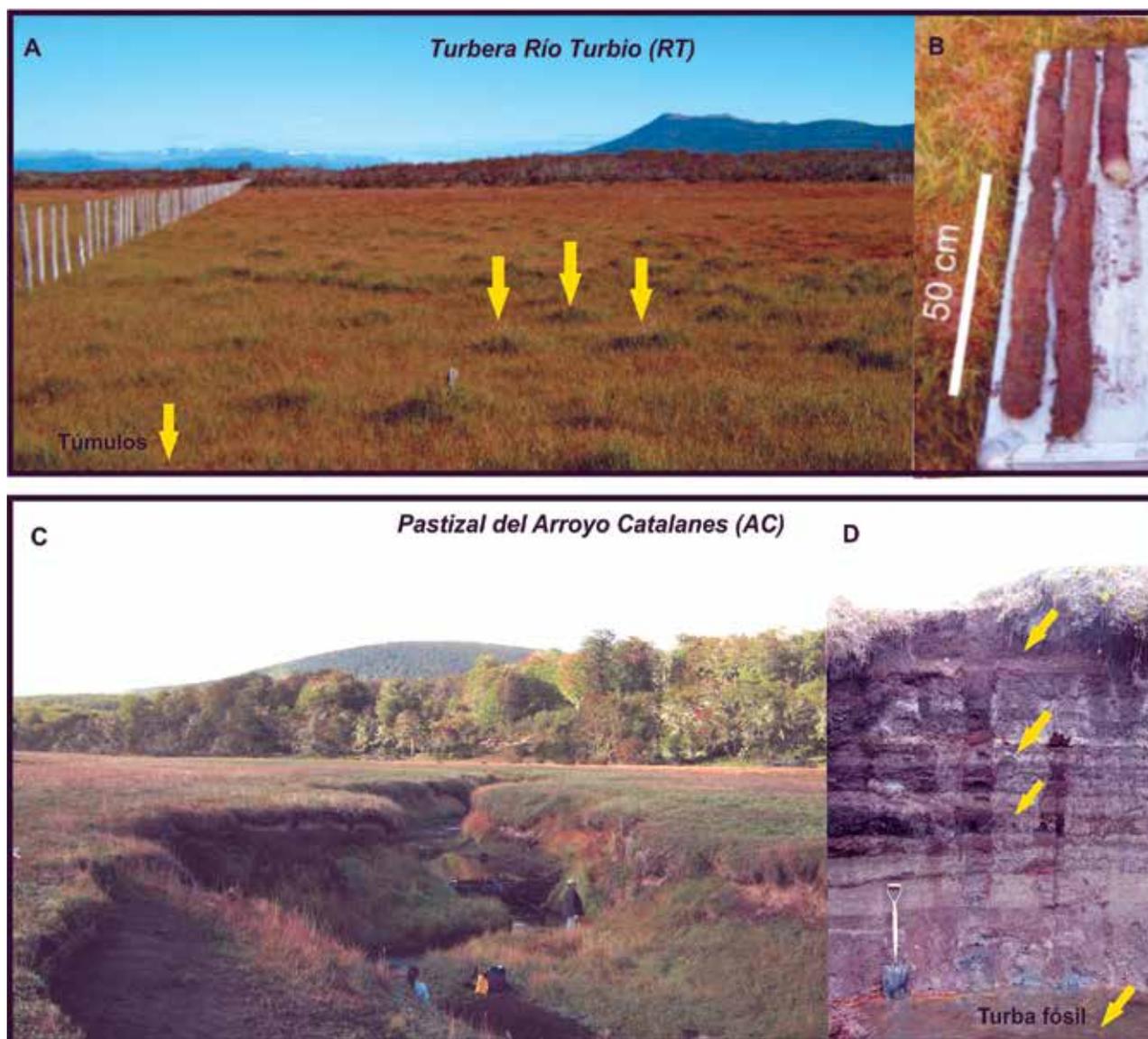
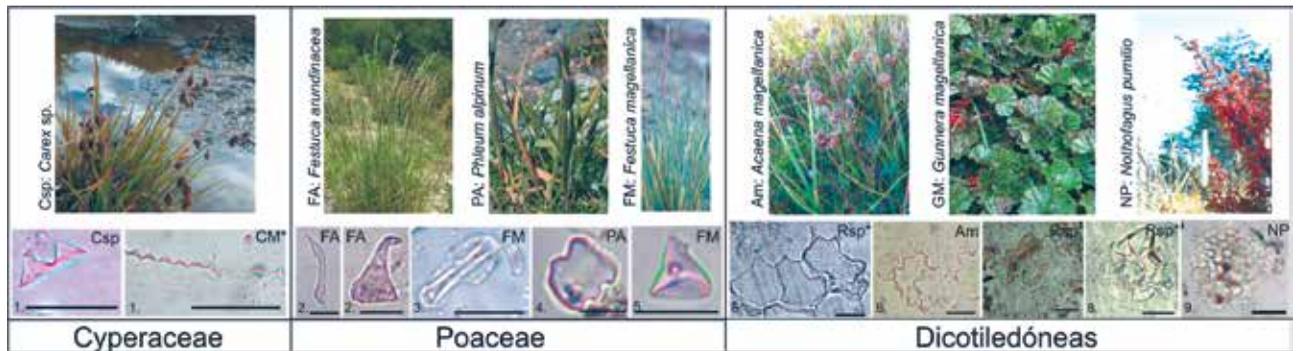


Figura 3: Vistas del área en que fueron tomados los materiales analizados. A. Turbera Río Turbio (Vista hacia el NW). Las flechas indican los sectores de túmulo (altos) e intertúmulo (bajos); B: testigo obtenido de la perforación de la turbera mediante barreno tipo ruso. C: Arroyo Catalanes; D: perfil expuesto de la ribera aluvial con indicación; las flechas indican los niveles de turba fósil analizados.



*CM: *Carex magellanica*
*Rsp: *Ranunculus* sp.

Figura 4: Morfologías silicofitolíticas generadas por las especies vegetales actuales de ambos sitios de estudio. 1. Conos articulados y aislados. 2. Tricomias. 3. Complejo estomático. 4. Trapeziforme sinuado. 5. Rondel. 6. Poligonales lisos. 7. Poligonales lisos articulados con complejo estomático en el centro. 8. Oblongos circulares dispuestos radialmente. 9. Células silicificadas del mesófilo. Barra escala del microscopio óptico = 25 μ m. Imágenes tomadas de: <http://science.halleyhosting.com/nature/cascade/mtadams/poaceae/phleum/alpinum.html>; http://www.intersemillas.es/catalogo_detalle_especie.php?tipo=10&id=5

“...las comunidades de gramíneas ya formaban parte de la vegetación fueguina mientras se desarrollaba la turbera del río Turbio, hace 8000 años antes del presente, y el pastizal del Arroyo Catalanes 11.000 años antes del presente, durante el Tardiglacial-Holoceno.”

ambos sitios coinciden con las observadas en las especies vegetales actuales en casi todos los casos, excepto para aquellas producidas por especies de dicotiledóneas. Especies de este grupo están presentes en la vegetación actual pero raramente en las muestras de suelo, lo cual indica que estas morfologías serían más susceptibles a la degradación debido a un bajo grado de silicificación.

¿Qué nos dicen los silicofitolitos acerca del pasado en estas turberas?

El estudio de los silicofitolitos hallados en niveles de suelo antiguo, hoy enterrados por el suelo actual, permite saber que las comunidades de gramíneas ya formaban parte de la vegetación fueguina mientras se desarrollaba la turbera de río Turbio, hace 8000 años antes del presente, y el pastizal del

arroyo Catalanes 11.000 años antes del presente, durante el **Tardiglacial-Holoceno**. Un grupo de gramíneas, indicador de clima templado-frío, llamado Pooideae, resultó ser el componente dominante en las comunidades vegetales antiguas en ambos sitios. Sin embargo, a lo largo del perfil de río Turbio se destaca la presencia de morfotipos bi-lobados correspondientes a dos grupos diferentes: uno propio de clima templado-frío (Stipoideae) y otro de clima templado-cálido (Panicoideae), a lo cual se suma la ausencia de conos (propios de **Cyperaceae**), comunes en las turberas actuales e indicadoras de ambientes de suelos húmedos o anegados (Fig. 5). Este hallazgo podría indicar algunos cambios en las comunidades vegetales y en las condiciones ambientales reinantes durante el desarrollo de la turbera, las cuales habrían sido diferentes a las condiciones



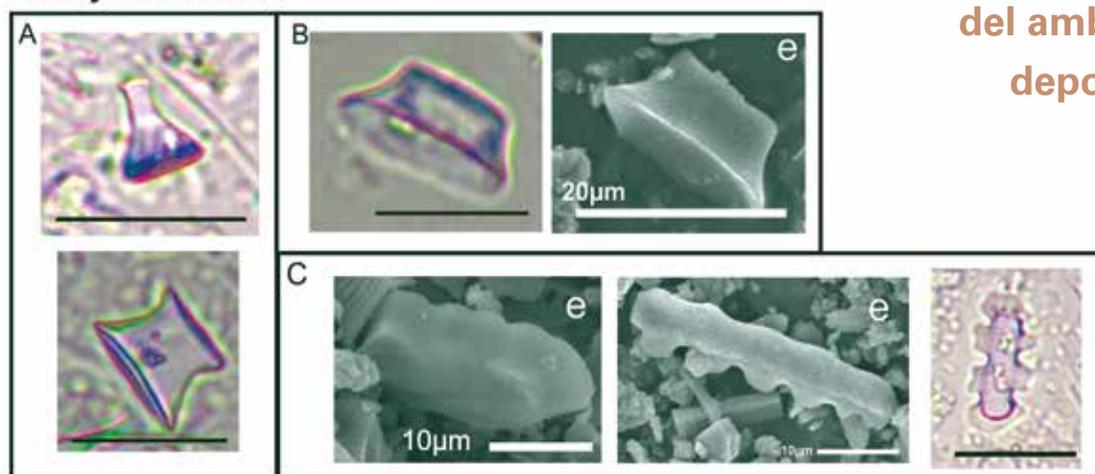
actuales. Del mismo modo, se puede conocer qué tipo de comunidades vegetales habrían originado cada nivel de turba. Por ejemplo, considerando que el nivel inferior derivó de una turbera de *Sphagnum sp.* es esperable la ausencia de silicofitolitos, ya que esta especie se reveló como no-productora. Sin embargo, no se descarta la posibilidad que los procesos de degradación puedan ser la causa de la ausencia de estas

biomineralizaciones silíceas en este nivel.

El análisis de estos sitios nos permitió determinar que los silicofitolitos son preservados en diferentes cantidades acorde al tipo de vegetación y a las características del ambiente de depositación. Gracias a estudios de estas características hoy podemos asegurar que los pastizales de gramíneas ya se desarrollaban en el centro de Tierra del Fuego hace algo más de 10.000 años atrás. Los

El análisis de estos sitios nos permitió determinar que los silicofitolitos son preservados en diferentes cantidades acorde al tipo de vegetación y a las características del ambiente de depositación.

Arroyo Catalanes



Turbera Río Turbio

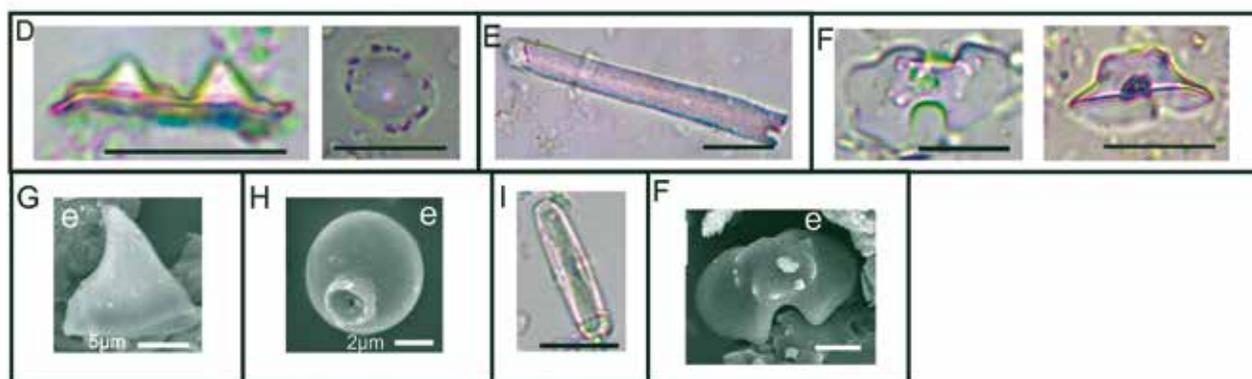


Figura 5: Morfologías silicofitolíticas halladas en los perfiles sedimentarios estudiados. En Arroyo Catalanes: silicofitolitos típicos de familia Poeceae, subfamilia Pooideae. A: Rondels. B: trapeziformes lisos. C: trapeziformes sinuosos/polilobados. En Turbera Río Turbio: D: Conos propios de Cyperaceae. E: elongado liso F: bi-lobados propios de las subfamilias Stipoideae y Panicoideae principalmente. G: Tricoma. H: estomatocistes de Crysophyceae. I: Diatomea. e: fotografías con microscopio electrónico de barrido. Barra MO= 25 µm.

estudios en las turberas de Tierra del Fuego son posibles ya que contamos con ambientes preservados del impacto de la actividad humana, que nos ofrecen reservorios de información científica sobre el clima y la vegetación del pasado. Por esta razón, el esfuerzo por conservar estos ambientes nos permitirá seguir descubriendo más ambientes naturales que existieron durante el pasado geológico reciente



...el esfuerzo por conservar estos ambientes nos permitirá seguir descubriendo más ambientes naturales que existieron durante el pasado geológico reciente

Breve dato histórico

Resulta curioso descubrir que la presencia de silicofitolitos en depósitos sedimentarios de nuestro país fue mencionada bajo otros términos por Charles Darwin y Christian Ehrenberg en 1854, al estudiar los materiales recogidos durante la expedición del "Beagle". Esta expedición científica recorrió territorios argentinos desde el Río Carcarañá hasta el Canal Beagle. En 1855 el Dr. Gregory, de la Universidad de Edimburgo, diferenció corpúsculos silíceos en muestras de suelos, relacionándolos con plantas superiores extinguidas.

Glosario

Condiciones paleoambientales: condiciones ambientales antiguas.

Cyperaceae: grupo de especies monocotiledóneas (con un único cotiledón) indicadoras de un ambiente de suelos húmedos o anegados.

Complejo estomático: estoma (apertura bordeada por dos células en la epidermis de hojas y tallos, que sirve para el intercambio gaseoso) y células epidérmicas asociadas.

Cuaternario tardío: período geológico que abarca los últimos 12.000 años antes del presente. Incluye al Holoceno

Holoceno temprano: período geológico que comprende los últimos 10.000 a 5.000 años antes del presente.

Perfil sedimentario: secuencia de suelos y/o sedimentos depositados por debajo del suelo actual.

Tardiglacial: período geológico que comprende los 13.000-10.000 años antes del presente.

Xilema: Conjunto de vasos conductores que portan agua y sustancias minerales desde el suelo a los órganos fotosintéticos de una planta.

Bibliografía

Benvenuto, L., M. Fernández Honaine, A. Coronato, J. Rabassa, M. Osterrieth, 2008, "Silica biomineralizations in holocene peatland environments, Tierra del Fuego, Argentina". 7th International Meeting on Phytolith Research – 4^o Encuentro de Investigaciones Fitolíticas en Sudamérica. Mar del Plata, Argentina. Libro de resúmenes: pp. 22-23.