

## CONTENIDO DE SILICOFITOLITOS EN SUELOS DEL SECTOR SUDORIENTAL DE LA PAMPA ONDULADA

Rodolfo A. Tecchi

Cátedra de Edafología, Departamento Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.  
UBA, Pabellón 2. Ciudad Universitaria (1428) Buenos Aires

### RESUMEN

Los procesos de humificación y mineralización de las plantas productoras de silicofitolitos, liberan estos corpúsculos en el suelo. Su presencia y cantidad puede servir tanto para interpretar algunos procesos pedogenéticos como para caracterizar la historia de la vegetación.

En el presente trabajo se calculan sus concentraciones en los diferentes horizontes identificados en suelos de un sector de la pampa ondulada. En los perfiles estudiados se registró, al menos, un máximo secundario dentro de los primeros 1,50 m, atribuible a variaciones en la velocidad de sedimentación del material de origen o a cambios en la productividad vegetal durante la formación de los depósitos de loess. El contenido de silicofitolitos encontrados hasta los 1,50 m de profundidad en uno de los suelos, indicaría que, al ritmo actual de productividad de plantas proveedoras de ópalo orgánico, serían necesarios unos 2.300 años para alcanzar dicha acumulación.

Palabras claves: Silicobiolitos en suelos, edad del suelo, pampa ondulada.

### SILICOPHYTOLITHS CONTENT IN SOILS OF THE SOUTH EASTERN PART OF THE PAMPA ONDULADA

#### ABSTRACT

When humification and mineralization of plant matter occurs, silicophytoliths are released into the soil. The presence and amount of these corpuscles are very important in soil investigation related to some pedogenetic processes as well as to the history of vegetation. In this paper an estimation is made of the amount of silicophytoliths in some profiles of soils of the "pampa ondulada" (rolling pampas).

In the profiles studied at least one peak of opal phytoliths was observed within the first 1,50 m. This could be explained as a result of changes in sedimentation velocity of parent materials or changes in the productivity of natural vegetation during the time of loess deposition. Considering the present rhythm of vegetal production and the amount of silicophytoliths detected within 1,50 m in one profil, a period of about 2.300 years would be required for its concentration.

Key words: Silico bioliths in soils, soil age, pampa ondulada.

#### INTRODUCCION (1)

Los silicofitolitos, biolitos de origen vegetal, se forman por deposición de sílice coloidal intracelular. Como resultado de este proceso de precipitación, aparecen fundamentalmente en los tejidos epidérmicos

cueros mineralizados, de aspecto opalino, con formas y tamaños característicos (Bertoldi de Pomar, 1975). No todas las plantas poseen silicofitolitos y, si bien su presencia se ha detectado y estudiado en diversos taxones, las gramíneas se ubican como las mayores productoras. Los caracteres morfológicos de los fitolitos de esta familia son los mejor conocidos.

1) La realización de este trabajo surgió como parte del plan de investigación que se desarrolla en la Cátedra de Edafología (FCEN-UBA) y que se refiere al origen del horizonte B de los suelos de la Pampa Ondulada.

Varios autores han realizado clasificaciones morfológicas, algunas de ellas en correspondencia con subfamilias y tribus de gramíneas productoras (Bertoldi de Pomar, 1971; Pratt *et al.*, 1968; Twiss *et al.*, 1969).

Al morir las plantas portadoras o parte de sus tejidos, y sufrir los procesos de humificación y mineralización, liberan en el suelo los fitolitos. Estos pueden mantener su forma original o poco alterada, durante miles de años (Baker, 1960). Wilding (1967) a partir de las trazas de carbono, que generalmente poseen estos corpúsculos, logró resultados de datación de silicofitolitos de  $13.500 \pm 450$  años, en materiales provenientes de una terraza aluvial.

Su calidad y frecuencia a lo largo del perfil puede servir para interpretar en parte sus procesos pedagénicos, caracterizar la historia de la vegetación (Witty, 1964), evidenciar suelos soterrados, paleosuelos, e inclusive la forma de deposición de los materiales sedimentarios (Beavers *et al.*, 1958).

La presencia de silicofitolitos en sedimentos del cuartario de la región pampeana, ha sido citada desde mediados del siglo pasado (Frenguelli, 1930). Por otra parte, otros autores señalaron la existencia de una vegetación compuesta principalmente por gramíneas, durante la formación del depósito loessoides que hoy cubre la región (Teruggi, 1957).

En el presente trabajo se calcula el porcentaje en peso de silicofitolitos en horizontes de los suelos de un sector de la pampa ondulada en la provincia de Buenos Aires. Con los resultados obtenidos se evalúa la factibilidad del uso del contenido de silicofitolitos para interpretar los fenómenos vigentes durante los procesos de formación de estos suelos.

#### CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

El área en la que se encuentran los perfiles estudiados, está comprendida dentro del sector sudoriental de la región de la pampa ondulada (Figura 1). Los puntos de muestreo delimitan aproximadamente 100.000 ha entre las localidades de Ing. Rómulo Otamendi, San Andrés de Giles y Moreno (Pcia. de Buenos Aires).

El clima de la región es templado cálido. Las precipitaciones suman, en el año, entre 900 y 1.000 mm y se distribuyen mas o menos uniformemente. El material de origen de los suelos esta constituido por loess y limos loessoides (Frenguelli, 1950). La vegetación natural, gramínea, donde predominan los géneros *Stipa*, *Piptochaetium*, *Aristida*, *Bromus*, *Briza*, *Pa-*

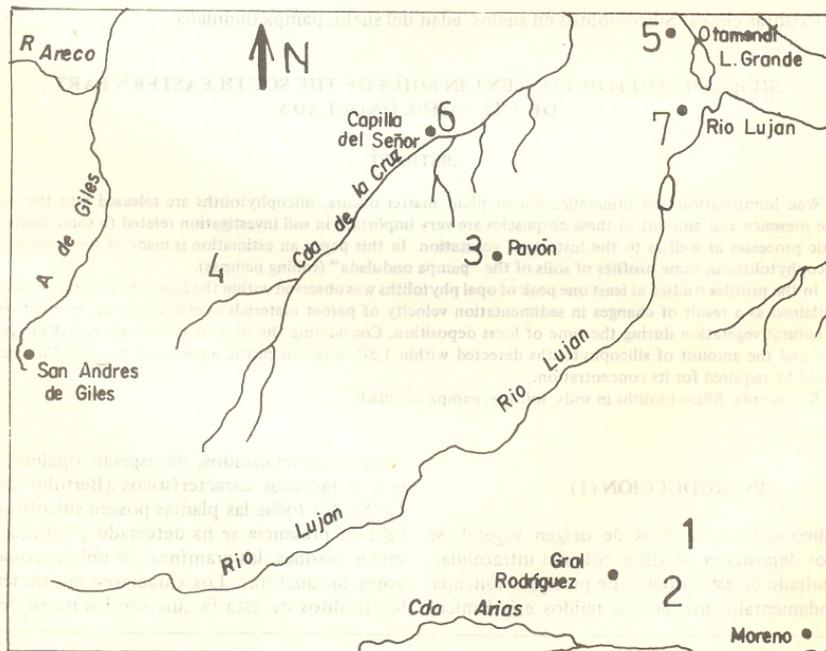


Figura 1: Ubicación de las calicatas 1 a 7 dentro del área de estudio. Escala aproximada 1: 500.000

*nicum*, *Melica*, y *Paspalum*, (Parodi, 1947), se encuentra altamente transformada por efecto de las actividades agrícolas que se desarrollan, con gran intensidad, en la zona.

Los suelos principales, que ocupan la parte alta del paisaje del área de estudio, han sido clasificados como Argiudoles típicos y vérticos (U.S. Soil Taxonomy) (Etcheverehere *et al.*, 1969) o como Phaeozem lúvicos (FAO, 1970).

Las muestras analizadas provienen de calicatas abiertas en las partes altas, en posiciones bien drenadas, lo cual es conveniente, según lo sugieren Beavers y Jones (1964 b), para comparar resultados de contenido de silicofitolitos en diferentes perfiles.

Los suelos estudiados responden al tipo morfológico predominante en la región de la pampa ondulada. Poseen un epipedon mólico, de unos 30 cm de espesor, de textura franca limosa. Debajo de este epipedón se encuentra un material franco arcilloso o arcilloso, que corresponde al horizonte B, el cual se divide en los subhorizontes B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> y B<sub>3</sub>. Este horizonte tiene un espesor que, con frecuencia, supera los 80 cm.

El horizonte C, es de textura variable; por lo general franco limoso, a veces franco arcilloso. El carbonato de calcio puede aparecer en la base del B<sub>3</sub> o aún a mayor profundidad, mientras que los moteados de óxidos de manganeso, a veces acompañados de concreciones ferromangáníferas, suelen caracterizar todo el horizonte B.

## MATERIALES Y METODOS

### Materiales

Las muestras fueron extraídas en los distintos subhorizontes de los perfiles cuya ubicación se muestra en Figura 1.

Como ejemplo se describe uno de los perfiles estudiados y luego se resumen las características salientes de otros perfiles.

### Perfil No 1

**Localidad:** General Rodríguez. **Ubicación de la calicata:** 34° 32' 10" S; 58° 51' 12" W.

- A<sub>1</sub> : 0-23 cm, pardo gris muy oscuro en húmedo; franco limoso; estructura en bloques subangulares, medianos, moderados a fuertes; friable, no plástico, no adhesivo; raíces abundantes, medianas y finas. Límite inferior claro y suave.
- A<sub>3</sub> : 23-30 cm, pardo gris oscuro en húmedo; franco limoso; estructura en bloques subangulares medianos, moderados a fuertes; friable, no

plástico, no adhesivo; raíces abundantes, medianas y finas. Límite inferior gradual y ondulado.

- B<sub>1</sub> : 30-40 cm, pardo oscuro en húmedo; franco a franco arcilloso hacia la base; estructura en bloques angulares, medianos, moderados a fuertes; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; raíces abundantes finas y muy finas. Límite inferior difuso y suave.
- B<sub>21t</sub> : 40-60 cm, pardo rojizo en húmedo; arcilloso; estructura en prismas, gruesos, fuertes, que rompen a bloques angulares; firme, plástico, adhesivo; raíces pocas, muy finas. Revestimientos de arcilla, comunes, delgados. Moteados negros abundantes. Límite inferior difuso y suave.
- B<sub>22t</sub> : 60-73 cm, pardo a pardo amarillento hacia la base, en húmedo; arcilloso; estructura en prismas, gruesos, fuertes, que rompen a bloques angulares; firme, plástico, adhesivo. Revestimientos de arcilla delgados. Moteados negros abundantes. Límite inferior difuso y suave.
- B<sub>3</sub> : 73-90 cm, pardo amarillento en húmedo, franco arcilloso limoso; estructura en bloques subangulares y angulares, medianos y finos, moderados; friable, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo. Moteados negros escasos. Límite inferior gradual y suave.
- C<sub>1</sub> : 90-120 cm, pardo amarillento en húmedo; franco arcillo limoso a franco limoso hacia la base; estructura en bloques subangulares, finos, moderados a débiles; friable, no plástico, no adhesivo. Límite inferior claro y suave.
- C<sub>2</sub> : 120 cm, pardo amarillento en húmedo, franco limoso, con abundante arena muy fina; masivo; friable; no plástico, no adhesivo.

### Perfil No 2

**Localidad:** General Rodríguez. **Ubicación de la calicata:** 34° 35' 49" S; 58° 53' 38" W.

Este perfil presenta características similares al No 1. Es de importancia mencionar que aquí el subhorizonte B<sub>1</sub> se presenta de textura franco arcillo limosa.

### Perfil No 3

**Localidad:** Pavón. **Ubicación de la calicata:** 34° 22' 58" S; 59° 02' 26" W.

No presenta subhorizontes de transición entre A y B<sub>2</sub>; el subhorizonte B<sub>3</sub> es muy espeso (66 cm) y posee gran cantidad de moteados negros. El horizonte C se caracteriza por el abundante calcáreo en la masa y en concreciones en el C<sub>1</sub>, y la formación de un calcan en el C<sub>2</sub>.

*Perfil No 4*

**Localidad:** San Andrés de Giles. **Ubicación de la calicata:** 34° 23' 39" S; 59° 14' 31" W.

Perfil con gran desarrollo del horizonte B (más de 80 cm) y alto contenido de arcilla en el C (50%). El calcáreo aparece, en la masa, en el subhorizonte C<sub>2</sub>.

*Perfil No 5*

**Localidad:** Ing. Rómulo Otamendi. **Ubicación de la calicata:** 34° 12' 46" S; 58° 53' 12" W.

Similar al perfil No 1, aunque con menor desarrollo del B<sub>2t</sub>.

*Perfil No 6*

**Localidad:** Capilla del Señor. **Ubicación de la calicata:** 34° 19' 15" S; 59° 00' 12" W.

Características similares al No 1.

*Perfil No 7*

**Localidad:** Estación Río Luján. **Ubicación de la calicata:** 34° 17' 05" S; 58° 50' 52" W.

Este perfil presenta un B<sub>2t</sub> espeso (45 cm). El carbonato de calcio aparece en la base del B<sub>3</sub>, en la masa, y en el C en forma de concreciones.

*Métodos*

Las muestras obtenidas fueron secadas al aire, mortereadas y tamizadas con malla de 2 mm. La materia orgánica se removió con agua oxigenada y, en las muestras que poseían carbonatos alcalinotérreos, estos fueron eliminados con ácido clorhídrico diluido.

Se separó la fracción de partículas con tamaño entre los 5 y 50  $\mu$ m de diámetro, utilizando un método de dispersión, tamizado y decantación que permite obtener los silicofitolitos de ese tamaño, junto con la fracción mineral, a pesar de tener aquellos una densidad algo menor al promedio del resto de los granos de tal tamaño (Baker, 1959). Esta operación se repitió hasta lograr una eficiencia, en la separación, cercana al 100%. Una vez obtenida la fracción, se secó al aire y se montó en nitrobenzoceno para su observación en microscopio con luz polarizada.

Los fitolitos se identificaron según la clasificación morfológica de Bertoldi de Pomar (1971). La mayor parte de los silicofitolitos correspondieron a los tipos denominados, en esa clasificación, halteriolita, estrobilolita y doliolita, con núcleos más refringentes que el resto del cuerpo, lo que los diferencia de trizas de vidrio volcánico con las que se pueden confundir otros tipos o restos de fitolitos (Terrugi, 1955).

Se calculó el porcentaje de ópalo orgánico, en las

muestras, (con respecto a otras partículas), haciendo recuentos de 1.000 a 2.000 granos. Los resultados se asumen como estimaciones de porcentaje, en peso, de los silicofitolitos de la fracción (Witty y Knox, 1964).

Con otra alicuota de cada muestra de suelo se realizó el análisis mecánico por el método de la pipeta y se cuantificó en peso la fracción limo entre 5 y 50 micrometros.

Con ambos resultados, el de fitolitos en la fracción y el de la fracción (5-50  $\mu$ m) en cada muestra se estimó el porcentaje de fitolitos (5-50  $\mu$ m) en cada subhorizonte.

En el perfil No 7 se calculó, con similares métodos de separación y recuento, la concentración de silicofitolitos en la fracción de tamaño arena. Asimismo, se determinó la densidad aparente por el método de Lutz (Lutz, 1947) para cada subhorizonte. Este dato se utilizó para estimar el peso de fitolitos en cada uno de ellos.

**RESULTADOS Y DISCUSION**

En la Tabla 1 se indica el porcentaje en peso de silicofitolitos hallados en la fracción limo, con tamaño entre 5 y 50  $\mu$ m, en los distintos subhorizontes de cada perfil. También se ha calculado el contenido relativo de silicofitolitos con respecto al total de partículas que forman cada subhorizonte.

En los perfiles 1 y 3 se indica el porcentaje en peso de silicofitolitos que pudieron ser reconocidos como claramente originados en tejidos de gramíneas según Bertoldi de Pomar (1971). Si a los resultados registrados se agrega que parte de los fitolitos de origen no reconocido, pueden pertenecer a gramíneas, se puede apreciar la importancia de este grupo en la producción de ópalo orgánico y en la composición de la vegetación que cubrió la superficie durante la formación de estos suelos. Las cantidades de silicofitolitos hallados en estos perfiles son similares a los encontrados en otros suelos formados bajo vegetación predominante gramínea (Witty *et al.*, 1964; Beavers *et al.*, 1958; Verma *et al.*, 1969).

En la Figura 2 se grafica el contenido de silicofitolitos, expresado como porcentaje en peso, en función de la profundidad. Las líneas que unen los datos señalados en el punto medio de cada subhorizonte, se han trazado con el sólo fin de indicar las tendencias en el contenido de fitolitos a lo largo de los perfiles.

Se puede observar una disminución en la cantidad de silicofitolitos, desde el máximo registrado en el horizonte superficial hasta los 0,35 m de profundidad aproximadamente. Sólo en el perfil 2 se observa un aumento en el subhorizonte B<sub>1</sub> con respecto al A<sub>3</sub>. En este caso tanto A<sub>3</sub> como el B<sub>1</sub> pertenecen al epipedón mólico, caracterizado, en todos los casos, por ser el de máximo contenido de silicofitolitos.

TABLA 1: Porcentaje en peso de silicofitolitos en los perfiles estudiados. \* Silicofitolitos de tamaño 5-50  $\mu\text{m}$ . \*\* Identificados según la clasificación de Bertoldi de Pomar (1971).

Perfil	Horizonte	Límites (cm)	Fracción 5-50 $\mu\text{m}$ %	Silicofitolitos en fracción 5-50 $\mu\text{m}$ %	Silicofitolitos * en horizonte %	Silicofitolitos * de gramíneas ** %
1	A <sub>1</sub>	0- 23	46,9	2,51	1,18	96,2
	A <sub>3</sub>	23- 30	45,0	1,81	0,81	97,6
	B <sub>1</sub>	30- 40	34,0	0,68	0,23	100,0
	B <sub>21</sub>	40- 60	22,4	1,08	0,24	90,3
	B <sub>22</sub>	60- 73	21,4	1,08	0,23	90,4
	B <sub>3</sub>	73- 90	46,2	1,47	0,68	87,9
	C	90-120	35,0	2,24	0,78	89,0
	2	A <sub>1</sub>	0- 25	49,5	2,67	1,32
A <sub>3</sub>		25- 35	47,5	1,83	0,87	
B <sub>1</sub>		35- 42	46,7	2,37	1,11	
B <sub>21</sub> -B <sub>22</sub>		42- 82	20,3	1,81	0,37	
B <sub>3</sub>		82- 95	47,5	1,11	0,53	
3	A	0- 28	47,9	3,05	1,46	90,9
	B <sub>2</sub>	28- 62	28,6	1,44	0,41	95,0
	B <sub>31</sub>	62-102	32,6	2,81	0,92	81,8
	B <sub>32</sub>	102-128	36,5	1,02	0,37	80,0
	C <sub>1</sub>	128-138	59,1	1,47	0,87	87,1
	C <sub>2</sub>	138-158	66,0	1,49	0,98	90,5
	4	A <sub>1</sub>	0- 22	48,2	3,08	1,48
A <sub>3</sub> -B <sub>1</sub>		22- 32	40,0	1,96	0,78	
B <sub>21</sub>		32- 58	25,3	0,84	0,22	
B <sub>22</sub>		58- 72	26,3	1,09	0,29	
B <sub>23</sub>		72- 90	33,7	2,17	0,73	
B <sub>31</sub>		90-105	31,6	2,46	0,78	
B <sub>32</sub>		105-115	29,5	1,51	0,45	
C <sub>1</sub>		115-130	29,5	1,71	0,50	
C <sub>2</sub>		130-150	29,5	1,50	0,44	
5		A <sub>1</sub>	0- 21	45,8	2,60	1,42
	A <sub>3</sub>	21- 39	45,3	1,40	0,63	
	B <sub>1</sub>	39- 51	34,7	0,55	0,19	
	B <sub>2</sub>	51- 84	33,7	0,82	0,28	
	B <sub>3</sub>	84-116	45,3	1,57	0,71	
	C	116	52,6	2,00	1,05	
6	A	0- 29	44,9	2,38	1,07	
	B <sub>2</sub>	54- 77	29,5	1,02	0,30	
	C	89-114	45,3	1,23	0,56	
7	A <sub>1</sub>	0- 30	47,2	2,54	1,20	
	A <sub>3</sub>	30- 45	43,4	1,60	0,71	
	B <sub>1</sub>	45- 55	29,5	1,08	0,32	
	B <sub>21</sub>	55- 89	27,4	1,28	0,35	
	B <sub>22</sub>	89-100	31,6	0,43	0,14	
	B <sub>3</sub>	100-120	32,6	1,68	0,55	
	C	120-150	49,6	1,90	0,94	

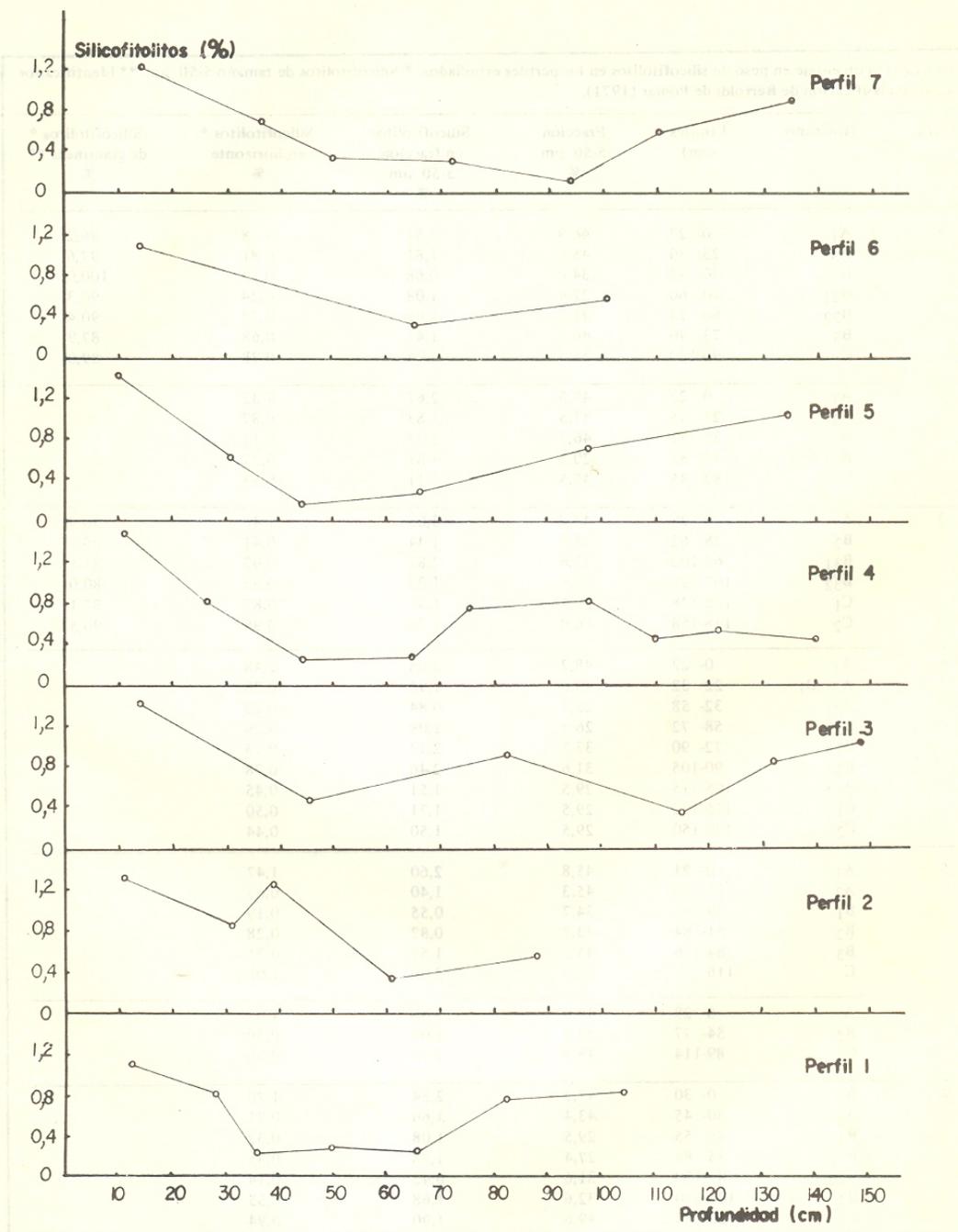


Figura 2: Porcentaje en peso de silicofolios (5-50  $\mu$ m) en funci3n de la profundidad.

En los suelos estudiados, las mínimas concentraciones se producen entre los 0,35 m y los 0,70 m, incrementándose hacia el subhorizonte B<sub>3</sub>, y en los casos de los perfiles 4 y 6 en los subhorizontes B<sub>23</sub> y C respectivamente (En el perfil 6 no se tomaron muestras del B<sub>3</sub>).

A mayor profundidad se han registrado resultados disímiles, produciéndose, hacia los 1,50 m un aumento en los valores en los perfiles 3, 5 y 7 y una disminución en el 4.

Pueden postularse varias explicaciones con respecto al aumento en profundidad del contenido de silicofitolitos en suelos. Según Verma *et al.* (1969) materiales con distintas densidades aparentes, al disponerse alternadamente en el perfil, pueden provocar la acumulación del ópalo orgánico sobre los horizontes o capas más densos. No existe información sobre la translocación de granos del tamaño con que se trabajó en el presente estudio a través del perfil. La actividad mezcladora de la fauna puede provocar, a cierta profundidad, zonas con mayor concentración de silicofitolitos (Verma *et al.*, 1969), si bien esta actividad se encuentra limitada, en gran proporción, a un espesor de suelo muy próximo a la superficie.

La formación de suelos a partir de material de origen loessico, puede dar como resultado la aparición de cantidades contrastantes de ópalo orgánico en distintos niveles del perfil (Beavers *et al.*, 1964 a). En efecto, los fenómenos que dieron lugar a la formación del depósito de loess, en la región en que se encuentran los suelos estudiados, y la vegetación gramínea existente durante ese período (Frenguelli, 1930; Teruggi, 1957) podría explicar los picos de concentración de fitolitos a cierta profundidad. Dentro de los suelos formados por depositaciones sucesivas, las variaciones en la velocidad de depositación pueden provocar diferencias en la concentración de silicofitolitos a lo largo del perfil (Beavers *et al.*, 1964 a). También estos contrastes pueden estar en relación con la productividad vegetal, esto es: mayor concentración de

ópalo orgánico en suelos que sustentan una mayor biomasa vegetal productora de ópalo.

En la Tabla 2 se indican los resultados obtenidos en la fracción arena, entre (50 y 100  $\mu$  m de diámetro), en el perfil 7. Las variaciones de concentración de fitolitos coinciden con lo observado en las fracciones más finas, es decir un máximo en A<sub>1</sub> y picos secundarios a profundidad del C. En la fracción arena representan, en promedio, un 9,8% de los encontrados en la fracción limo, resultando algo superior a 7,8%, valor hallado por Beavers *et al.* (1964 a) en suelos formados sobre loess y con vegetación gramínea.

TABLA 2: Silicofitolitos de tamaño arena observados en el perfil 7 (Porcentaje en peso).

Horizonte	Fracción 50-100 $\mu$ %	Silicofitolitos en fracción 50-100 $\mu$ %	Silicofitolitos en horizonte %
A <sub>1</sub>	18,6	0,62	0,115
A <sub>3</sub>	15,8	0,59	0,093
B <sub>1</sub>	13,7	0,28	0,038
B <sub>21</sub>	13,7	0,26	0,036
B <sub>22</sub>	11,6	0,12	0,014
B <sub>3</sub>	14,7	0,30	0,044
C	15,6	0,35	0,055

En la Tabla 3 se indica la cantidad de silicofitolitos expresada en g m<sup>-2</sup> año en cada subhorizonte del perfil 7. Asumiendo que durante la formación del depósito de loess, se hubiera registrado una producción de gramíneas promedio de 532 g m<sup>-2</sup> de peso seco (similar a la calculada por Sala *et al.*, 1981 para zonas con pasturas naturales de la depresión del Salado) y dando por aceptada que la producción de ópalo orgánico en estos vegetales es del 3% del peso seco (Beavers *et al.*, 1964 a); se llega a concluir que se habrían necesitado unos 2.200-2.300 años para producirse la acumulación registrada en este perfil.

TABLA 3: Peso estimado de silicofitolitos en el perfil 7.

Horizonte	Límites (cm)	Densidad aparente (Mg m <sup>-3</sup> )	Silicofitolitos 5-50 $\mu$ m %	Silicofitolitos 5-50 $\mu$ m (g m <sup>-2</sup> )
A <sub>1</sub>	0- 30	1,27	1,20	4.572,0
A <sub>3</sub>	30- 45	1,54	0,71	1.640,1
B <sub>1</sub>	45- 55	1,21	0,32	387,2
B <sub>21</sub>	55- 89	1,44	0,35	1.713,6
B <sub>22</sub>	89-100	1,31	0,14	201,7
B <sub>3</sub>	100-120	1,46	0,55	1.606,0
C	120-150	1,31	0,94	3.694,2
Total				13.814,8

Este dato puede tomarse como referencia de la edad probable de estos suelos, o bien del tiempo durante el cual se ha depositado el material de origen en un espesor de 1,50 m.

### CONCLUSIONES

Los contrastes observados, en las concentraciones de silicofitolitos se deberían a cambios en la velocidad de sedimentación o bien en la productividad vegetal.

En los suelos estudiados existe, al menos, un máximo secundario de concentración de fitolitos, dentro de los primeros 1,50 m. Probablemente esto indique la existencia de horizontes enterrados cubiertos por depósitos posteriores de sedimentos, a su vez, edafizados.

El análisis de los datos de contenido de ópalo orgánico permite extraer evidencias acerca de la edad probable de estos suelos, la cual ha sido estimada, en uno de los perfiles, en unos 2.300 años.

Una investigación de los tipos morfológicos de los silicofitolitos encontrados, podría arrojar evidencias acerca de la historia reciente de la vegetación.

### AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al Profesor Rafael F. J. Valencia por sus consejos para una mejor interpretación de los perfiles de suelos y por la lectura crítica del manuscrito; también agradezco a Elena Ancibor por facilitar el uso de un microscopio para la observación de las muestras.

### BIBLIOGRAFIA

- Baker, G., 1959. Contrast in the Opal Phytolith Assemblage of Two Victorian Soils. *Aust. Jou. Bot.* 7 (1): 88-96.
- Baker, G., 1960. Fossil Opal Phytoliths. *Micropaleontology*, 6 (1): 79-85.
- Beavers, A. H.; I. Stephen, 1958. Some features of the distribution of plant opal in Illinois soils. *Soil Sc.* 86 (1): 1-5.
- Bertoldi de Pomar, H., 1971. Ensayo de clasificación morfológica de los silicofitolitos. *Ameghiniana*, 8 (3-4): 317-328.
- Bertoldi de Pomar, H., 1975. Los silicofitolitos: sinopsis de su conocimiento. *Darwiniana*, 19 (2-4): 173-199.
- Etchevehere, P. H.; J. C. Musto; J. E. Olmos, 1969. Características y distribución de las principales series de suelos de la pampa ondulada. En: *Actas 5a. Reunión Arg. Ciencia del Suelo*, Santa Fe, 1969, pp. 302-310.
- FAO, 1970. Mapa Mundial de Suelos. UNESCO. París, 201 pp.
- Frenguelli, J., 1930. Partículas de sílice organizada en el loess y en los limos pampeanos. *Células silíceas de Gramíneas*. *An. Soc. Cient. Santa Fe*, 2: 64-109.
- Frenguelli, J., 1950. Rasgos generales de la morfología y la geología de la Provincia de Buenos Aires. *LEMIT s. II* (33): 1-72.
- Jones, R. L.; A. H. Beavers, 1964 a. Aspects of catenary and depth distribution of opal phytoliths in Illinois soils. *Soil Soc. Amer. Proc.* 28 (4): 413-416.
- Jones, R. L.; A. H. Beavers, 1964 b. Variation of opal phytolith content among some great soil groups in Illinois. *Soil Soc. Amer. Proc.*, 28 (5): 711-712.
- Lutz, J. F., 1947. Apparatus for collecting undisturbed soil samples. *Soil Sc.*, 64 (5): 399-401.
- Parodi, L. R., 1947. La estepa pampeana. En: *Geografía de la República Argentina*, 8 (Soc. Arg. Est. Geog., ed.) Gaea. Bs. As., pp. 143-220.
- Prat, H.; C. Vignal, 1968. Utilization des particularités de l'epiderme par l'identification et la recherche des affinités des graminées. *Suma Agrostol. Bol. Soc. Arg. Bot.* 12: 159-166.
- Sala, O; V. A. Deregibus; T. Schlichter; H. Alippe, 1981. Productivity Dynamics of a Native Temperature Grassland in Argentina. *J. Range Manag.*, 34 (1): 48-51.
- Teruggi, M. E., 1955. Algunas observaciones microscópicas sobre vidrio volcánico y ópalo organógeno en sedimentos pampeanos. *Notas del Museo*, XVIII Geol. 66: 17-26. *Fac. Cs. Nat. y Mus. La Plata*.
- Teruggi, M. E., 1957. Nature and origin of Argentine loess. *Jou. Sedim. Petrol* 27 (3): 322-332.
- Twiss, P. C.; E. Suess; R. M. Simth, 1969. Morphological classification of grass phytoliths. *Soil Soc. Amer. Proc.*, 33 (1): 109-114.
- Verma, S. D.; R. H. Rust, 1969. Observations in opal phytoliths in a soil biosequence in Southeastern Minnesota. *Soil Soc. Amer. Proc.*, 33 (5): 749-751.
- Wilding, L. P., 1967. Radiocarbon dating of biogenetic opal. *Science*, 156: 66-67.
- Witty, J. E.; E. G. Knox, 1964. Grass opal in some chestnut and forested soils in North Central Oregon. *Soil Soc. Amer. Proc.*, 28 (5): 685-687.