

EL MATERIAL ORIGINARIO DE LOS MOLISOLES DE LAS SIERRAS AUSTRALES, PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA

F X PEREYRA, J A FERRER

Dpto. de Cs. Geológicas, FCEyN-Universidad de Buenos Aires C. Universitaria, Pab. II, (1428) Buenos Aires, Argentina.

PARENT MATERIAL OF THE AUSTRALES RANGES' MOLLISOLS, BUENOS AIRES PROVINCE, ARGENTINA

A textural, mineralogical (sand and clay fractions) and geochemical (oxides of majoritary compounds) characterization of parent material of Mollisols of a sector of Australes Ranges (Buenos Aires Province) was done. Parent material consists basically of loessian deposits, with some degree of fluvial retransport in some cases, of holocene age (Saavedra Formation). The parent material exhibits great variability in all its properties, because of the comparatively short distance from the source areas (Cordillera de los Andes and alluvial plains of Negro and Colorado Rivers) and the effect of the local provenance (hilly area, mainly quartzites).

Key words Parent material-Loess-Mollisols-Australes Ranges

INTRODUCCION

La mayor parte de la fracción sólida de los suelos minerales, tales como los Molisoles, es de naturaleza inorgánica y tiene su origen en el material originario y en los productos generados por los procesos de alteración. De allí que resulte necesario conocer composicional y constitucionalmente la naturaleza del material parental para comprender y explicar muchas propiedades y caracteres edáficos, incluyendo características tales como configuración en planta y repartición espacial, parámetros que definen a los suelos como cuerpos geométricos-geográficos.

El área estudiada abarca una superficie de aproximadamente 4500 km² y se ubica entre los paralelos de 37° y 38°30'S y los meridianos de 62°30' y 61°W (Partidos de Coronel Pringles, Coronel Dorrego, Tornquist y Pigué, Figura 1). Se han considerado diversos aspectos tendientes a la realización de una caracterización integral: 1) características físicas, químicas, estratigráficas; 2) características texturales y sedimentológicas; 3) mineralogía de la fracción arena; 4) mineralogía de la fracción arcilla (por difracción de rayos X) y 5) geoquímica.

Los materiales originarios de la mayoría de los Argiudoles y Hapludoles son sedimentos loésicos incluidos en la Formación Saavedra (De Francesco, 1992; y equiparables parcialmente a los E1, E3 y A2 de Tricart (en Cappaninni *et al.*, 1971) y a la Formación La Postrera (Fidalgo *et al.*, 1991). En menor proporción participan limos loessoides de la Formación Agua Blanca (correspondiente a material loésico con cierto grado de retrabajo fluvial). Los Entisoles y los Hapludoles énticos se han formado a partir del aluvio reciente y de la Formación Agua Blanca. En la presente contribución se aborda el

estudio del primero de los casos, ya que arealmente es el más frecuente. No obstante, hasta el presente se carece de estudios abarcativos acerca del material originario de los suelos de esta región y la influencia de la dinámica geomórfica en su acumulación y distribución, además de la relación existente con ciertas propiedades de los suelos desarrollados a partir de él. En la región han sido diferenciadas seis Unidades Geomórficas principales (Pereyra, Ferrer 1995), resultantes del accionar de los procesos fluvial, eólico y remoción en masa: Serrana, Valles Intermontanos, Piedemonte Antiguo, Piedemonte Moderno, Planicie de Deflación y Acumulación eólica y Fajas Aluviales. A su vez, las mismas fueron subdivididas en una serie de unidades menores en función de las intensidades relativas de los diferentes procesos geomórficos, la presencia de niveles de tosca subsuperficiales, etc. El objetivo del presente trabajo es

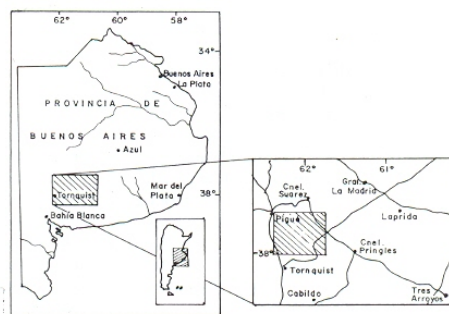


Figura 1. Ubicación del área de estudio

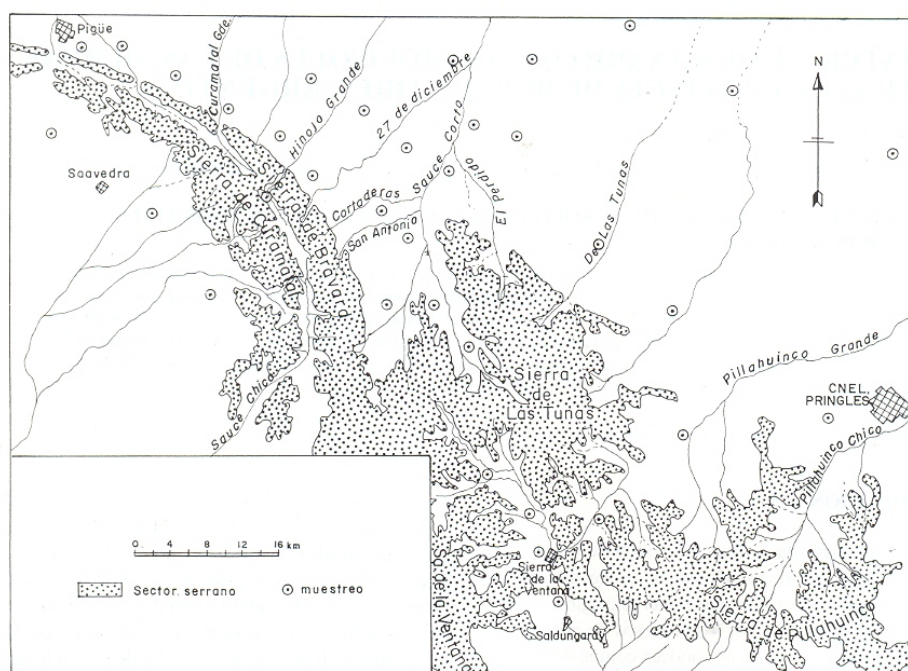


Figura 2. Ubicación de sitios de muestreos en las Sierras Australes

el de caracterizar al material originario de los diferentes suelos pertenecientes al orden Molisoles de la región Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires (Argentina).

MATERIALES Y METODOS

A partir de la fotointerpretación geomorfológica (fotos 1:20000 y fotomosaicos 1:50000) y el reconocimiento de campo se seleccionó una serie de sitios (34 en total) en los cuales fueron recogidas las muestras (Figura 2), correspondientes a horizontes C de Molisoles, las que luego fueron sometidas a diferentes análisis. Fueron analizadas granulométricamente según las metodologías habituales (método de sedimentación, con pipeta de Robinson). Los parámetros estadísticos fueron calculados sobre la base de Folk y Ward (1957), modificada. La mineralogía de la fracción arena fue realizada a grano suelto con lupa binocular y microscopio. La mineralogía de la fracción arcilla se realizó por difracción de rayos X, con radiación de cobre, con $K=1,5418 \text{ \AA}$ en un equipo Philips de 3 Kw. Los análisis geoquímicos se realizaron según las metodologías habituales. Finalmente el carbono orgánico se determinó según el método de Walkley y Black (modificado por Peech); el carbonato de calcio mediante la utilización de calcímetro de Schiebler, y el pH, por el método potenciométrico.

RESULTADOS Y DISCUSION

Estratigrafía y características generales

Para formarse los depósitos loésicos deben darse cuatro condiciones (Tsoar, Pye 1987): 1) fuentes de limo, 2) energía eólica suficiente para erosionar y transportar el material, 3) sitios apropiados para la acumulación del polvo (vegetación, terreno más húmedo, relieves que influyen en la circulación del viento) y 4) la tasa de acumulación del material debe ser mayor que la de la meteorización y la pedogénesis. Según Pecsí (1990) la particular granulometría estaría asociada a la selección debido al agente de transporte, la presencia de agregados de arcilla, la trituration del material hasta cierto límite y eventualmente variables grados de pedogénesis del material, previo a su deflación. Los sedimentos son transportados por la acción del viento, las partículas gruesas y medianas en suspensión de corta extensión y saltación (en niveles bajos) y las partículas más finas en suspensión larga, a niveles atmosféricos más altos y distribuidas en áreas más extensas, mediando la participación de las gotas de lluvia en su depositación. Smalley (1975) diferencia entre un loess primario, resultante del proceso de abrasión

glaciaria, transporte glacifluvial, depositación en las planicies fluvio-glaciarias, deflación y posterior depositación por la acción eólica, y un loess secundario o de segundo ciclo, en el que los depósitos primarios de loess son a su vez, erosionados por la acción fluvial, transportados y redepositados en las planicies de inundación de los cursos fluviales. Con posterioridad este material es deflacionado por el viento y redepositado. Si bien todos los autores coinciden en el predominio del proceso eólico en la formación de los depósitos de loess, éste en realidad, es resultado de la combinación de varios procesos, especialmente el fluvial. Se puede decir, entonces, que el loess tiene un origen poligenético.

El Loess Pampeano debe su origen a la acción combinada eólica y fluvial (Zarate, Blasi 1990). La fuente del material habrían sido las planicies de inundación de los cursos fluviales norpatagónicos (Colorado y Negro), en los cuales se acumularon grandes cantidades de sedimentos fluviales de origen piroclástico y volcánico (tufitas). A este proceso, se ha sumado la depositación directa de material limoso y arcilloso de origen volcánico. El material, para ambos casos se habría originado esencialmente por el volcanismo explosivo, característico de la Cordillera de los Andes en el Cenozoico superior. La observación de la mineralogía sustenta este doble origen (Zarate, Blasi 1990, Pereyra *et al.*, 1994), ya que la presencia de trizas volcánicas poco alteradas es una evidencia de caída directa de material piroclástico (lluvia de cenizas), mientras que la existencia de material piroclástico (pumicitas y alteritas) y abundante material lítico volcánico (subredondeado) indican una historia deposicional más compleja para los mismos, con participación del proceso fluvial. Las cenizas se habrían incorporado en forma indirecta (nubes de polvo) o directa (lluvia de cenizas), siendo la primera probablemente, cuantitativamente más importante.

La gran diversidad morfológica que exhibe la región determina la distribución heterogénea de la cobertura loésica, constituyendo a su vez un aspecto fundamental en la diferenciación de los suelos. Los depósitos loésicos de la región aparecen bajo la forma de extensos mantos carentes de estructuras sedimentarias y cuyos espesores muy variables muestran una tendencia a aumentar con la distancia a la zona serrana. La Formación Saavedra está constituida por depósitos loésicos y, en menor medida, por limos loessoides fluviales. Es de edad Pleistoceno superior-Holoceno superior (De Francesco 1992). Cubre parcialmente a todas las geoformas anteriores y su espesor varía ampliamente, entre 0,5 y 6 m (generalmente, entre 1 y 2 m). Se apoya sobre tosca la cual se ha comportado como una superficie de erosión finipampeana (Tricart 1973) o yace directamente en discordancia erosiva sobre los sedimentos pampeanos y fluviales.

Los depósitos loésicos de la Formación Saavedra poseen colores predominantes castaño amarillento claro a castaño claro (7,5 YR 6/4 a 10 YR 6/4), en seco; son friables, sueltos, no plásticos y no adhesivos. Estos depósitos aparecen formando las bajas divisorias de un sistema fluvial difuso, parcialmente obliterado por la propia depositación del loess. Generalmente se encuentran bien drenados y poseen abundantes restos de raíces humificadas y otras evidencias de haber experimentado diversos grados de pedogénesis. Según Rabassa (1990), presenta discontinuidades (discordancias erosivas) que permiten diferenciar tres miembros. Sin embargo, la composición mineralógica y textural no presenta grandes variaciones en los perfiles, según se desprende del presente estudio. Los contenidos de CaCO_3 varían grandemente, desde aquellos carentes totalmente de él, hasta los que poseen porcentajes levemente superiores al 15%. Aparece en forma pulverulenta (difuso en la masa), formando pequeñas concreciones y nódulos y también como venillas. El mayor contenido de carbonato le confiere al sedimento una coloración más blanquecina (generalmente 10 YR 7/2, en seco).

El relieve sindeposicional, característico del loess, presenta suaves y amplias lomadas de poca altura. La forma mantiforme oblitera en buena medida el relieve previo, en este caso compuesto principalmente por abanicos aluviales y planicies fluviales. Por lo tanto las variaciones geomórficas existentes en la región no se expresan mayormente en las características de los depósitos loésicos superficiales (los que constituyen el objeto de estudio de este trabajo y a partir de los cuales evolucionaron los suelos actuales). Con posterioridad a la depositación, el material habría experimentado cierto retrabajo, en cortas distancias. Esta situación está dada, en la actualidad, por el reptaje y el flujo difuso, que remobilizan el material edafizado o poco edafizado pendiente abajo, acumulándolo al pie de las pendientes, en el sector cóncavo.

Los contenidos de carbono orgánico (expresado en %), se encuentran comprendidos entre 0,4 y 0,1. El pH en pasta es ligeramente ácido a neutro y los valores de CIC oscilan entre 23,7 y 29 meq/100g. El porcentaje de saturación es alto (cercano al 80%) lo que corresponde con las condiciones bioclimáticas y las propiedades de los sedimentos eólicos considerados (predominio de cationes divalentes).

Sedimentología

Los valores porcentuales de las distintas fracciones granulométricas principales han sido transferidos al diagrama triangular de Bidart (1993), (Figura 3). Existen controversias al respecto de cual es la composición textural del loess típico. Según Tsoar y Pye (1987) el loess típico está compuesto principalmente por granos

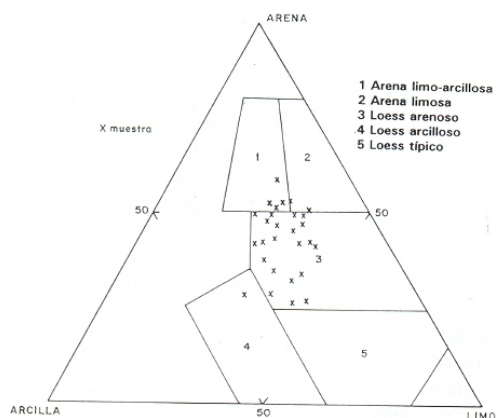


Figura 3. Composición textural de 26 muestras de loess de las Sierras Australes

de tamaño comprendido entre 10 y 50 micrones, generalmente con predominio de la fracción limo fino (menor a 20 micrones). Los loess arenosos son aquellos con más del 20 % de arena, y los arcillosos, aquellos con más del 20-30 % de arcilla. De tal manera, y considerando los límites planteados por Bidart (1990), la mayor parte de las muestras del loess del área estudiada corresponden a loess arenosos (más del 50 % de las muestras). En menor proporción corresponden a las clases loess típico, arena limosa y a loess arcilloso. Los resultados obtenidos guardan una clara correspondencia con aquellos obtenidos por Bidart (1990), realizados sobre muestras de la vertiente sur de las sierras, por lo que puede concluirse que el sistema serrano no habría constituido un factor de diferenciación de los depósitos loésicos, a uno y otro lado de las mismas. Asimismo, los valores son congruentes con los brindados por De Francesco (1992), para los depósitos de la Formación Saavedra y a los señalados por Fidalgo *et al.* (1991), para la Formación La Postrema.

Las muestras analizadas presentan una gran variabilidad en lo referente a su composición granulométrica. Los sedimentos son pobremente a muy pobremente seleccionados. Se observa el carácter bimodal predominante en las muestras estudiadas. La moda principal se ubica generalmente en los valores correspondientes a la arena muy fina-limo grueso (ϕ 3 a 5), con un valor promedio de 28,7% y 24,9%, respectivamente y, entre ambos valores, constituyen más del 50% de cada muestra. Generalmente una moda menor se encuentra comprendida dentro de la fracción más fina, arcilla, ϕ 8 y

mayores (Tabla 1 y Figura 4). Los valores de skewness y kurtosis presentan grandes variaciones. Debido al alto grado de dispersión granulométrica observada, la textura no constituye un elemento confiable para diferenciar estratigráficamente los diferentes depósitos de loess de la

Tabla 1. Parámetros texturales del material originario de los Molisoles de las Sierras Australes (n=36)

	Promedio (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)	Desv. Standard
Arcilla	19,78	5,20	34,20	7,56
Limo fino	17,22	1,64	32,80	5,99
Limo grueso	23,46	13,40	44,40	7,47
Arena muy fina 1	22,19	9,90	48,20	9,35
Arena muy fina 2	11,33	0,90	25,60	5,65
Arena fina 1	4,33	0,10	13,60	3,19
Arena fina 2	1,14	0,10	6,00	1,63
A. media y gruesa	1,88	0,10	9,70	2,78

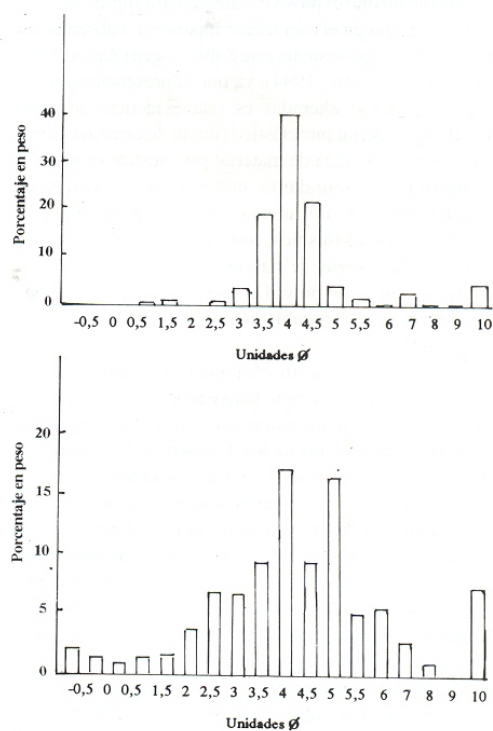


Figura 4. Histogramas texturales de dos muestras de loess (PL6 y PL11), colectadas en la zona del piedemonte de la Sa. Bravard (Sierras Australes)

región. En función de las curvas de frecuencia acumulativa de diferentes muestras (Pereyra *et al.*, 1994), se deduce que los sedimentos habrían sido transportados mayormente por saltación.

La variabilidad textural observada en la zona estudiada, comparativamente mayor a la de otras regiones del país (por ejemplo el norte de la Provincia de Buenos Aires), puede responder a diferentes factores. Se considera que los más importantes son la existencia de procesos post o sin deposicionales, que han movilizad o proporciones variables de material, procediendo a realizar una cierta mezcla del mismo o una relativa selección, según sea el caso. Estos procesos geomórficos son principalmente el reptaje y el escurrimiento difuso. Otro factor de consideración es la pedogénesis del material, tanto con posterioridad a su deposición como el grado de pedogénesis previo al transporte eólico último (Zarate, Blasi 1990). Finalmente, existen dos factores, propios de esta zona, como son la presencia de una zona serrana cuyo relieve relativo es considerablemente mayor que el resto de la Región Pampeana, y una relativa cercanía respecto al lugar de procedencia del material (planicies aluviales de los Ríos Negro y Colorado), si se compara con el resto del territorio provincial.

Mineralogía y geoquímica

La fracción arena fina ha sido estudiada al microscopio. Predominan los vitroclastos, cuyo contenido varía entre el 40 y el 60%. Estos son trizas angulosas a subangulosas, poco alteradas e incoloras y fragmentos de pumicitas. El vidrio volcánico suele ser ácido a mesosilíceo. Predominan las fábricas de placas castañas, con pocas vacuolas, límpidas, con escasos cúmulos de opacos. En menores proporciones, poseen fábrica fibrosa, incoloras y fluidales y también se observan placas triangulares incoloras. Le siguen en orden de abundancia los litoclastos volcánicos (10-30%) y los cristaloclastos de plagioclasa (10-30%). Los líticos, son generalmente fragmentos de pasta de rocas volcánicas mesosilíceas, andesitas y dacitas (con texturas pilotáxicas), aunque en algunas se reconocen también fenocristales de plagioclasa encontrándose más redondeados que los vitroclastos y cristaloclastos. En menor proporción hay alteritas, predominantemente basaltos, pumicitas y rocas ácidas con texturas muy finas, alteradas a óxidos de hierro, con coloraciones parduzcas. Las plagioclasas son de composición intermedia a básica, con zonalidad, maclas polisintéticas y suelen estar frescas.

En proporciones inferiores al 10%, se encuentran el cuarzo, subredondeado, y los líticos cuarcíticos, los cuales suelen ser más frecuentes. Los primeros son de origen metamórfico y presentan cataclasis. Ambos ti-

pos de clastos constituyen las principales evidencias de un cierta participación local en la formación del loess, siendo más frecuentes en las fracciones más gruesas (arenas medias). El ópalo y la calcedonia son poco frecuentes. Los feldespatos potásicos difícilmente alcanzan al 2%, y se presentan generalmente alterados a arcillas. Los pesados no superan al 2% y, en orden de frecuencia decreciente, se han reconocido magnetita, hematita, limonita (todos ellos opacos), los anfíboles (hornblenda), piroxenos (hiperstenos y augita), y en proporciones aún menores, zoisita, biotita, moscovita, cloritas, zircón, titanita, turmalina, rutilo y granate. Estos valores son congruentes con los señalados por Vargas Gil y Scoppa (1971) y Fidalgo *et al.* (1991).

En lo referente a la fracción arcilla (Figura 5), la mineralogía evidencia el predominio de la illita, con contenidos estimados en forma semicuantitativa del orden del 50%, seguida de esmectitas (alrededor del 37%) y caolinita (13% aproximadamente). Los minerales expandibles son interstratificados de illita y esmectita irregular, los que participan en un 27% del total en la fracción correspondiente y un 10 % de esmectita. Una característica destacada es la baja cristalinidad de las arcillas, lo que evidenciaría una historia compleja, sumado a la presencia de un medio alcalino en el pasado, que puede favorecer la degradación de las arcillas, posibilitadas por la presencia de variaciones climáticas en los cuales tuvieron lugar recurrentes eventos de carbonatación y descarbonatación (a partir de la existencia de niveles de tosca). Se han reconocido también, cuarzo y feldespatos potásicos y plagioclasas, en menores proporciones. Esta composición de la fracción arcilla, indica el predominio de factores heredados a partir de la alteración de material piroclástico y de volcanitas. Tanto la illita como la smectita, son frecuentes como productos de alteración de las rocas volcánicas, fuente primordial del loess de la Región Pampeana y su predominio en los suelos de la zona estudiada, implican que la mayor parte de la fracción arcilla de los suelos son heredados del material parental. La gran heterogeneidad relativa exhibida por la mineralogía del loess, hace que la misma no sea una propiedad adecuada para diferenciar depósitos de distintas edades.

Con el objetivo de caracterizar químicamente al loess de las Sierras Australes, se procedió a realizar los análisis químicos de elementos mayoritarios, de 28 muestras (Tabla 2). Los resultados obtenidos demuestran que el loess de la zona presenta una alta variabilidad química, resultante de su heterogeneidad mineralógica y del probable accionar in situ de los procesos pedogenéticos, esto último vinculado esencialmente a los contenidos de calcio y magnesio (relacionados a la concentración de carbonatos). Los contenidos de sílice, oscilan entre 61% y 52%,

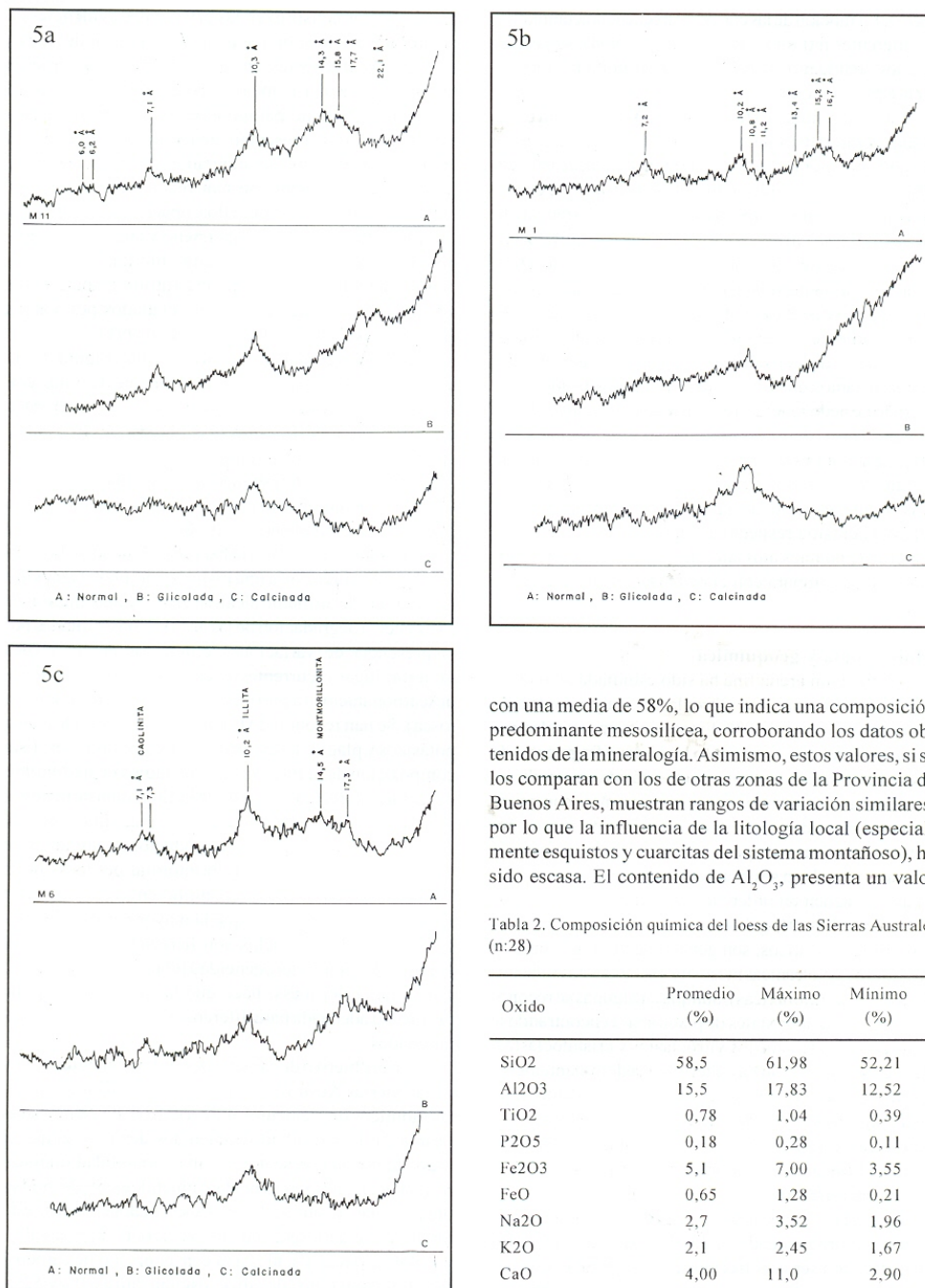


Figura 5. Diagramas de la mineralogía de arcilla de 3 muestras de las Sierras Australes (M11, M1, MG)

con una media de 58%, lo que indica una composición predominante mesosilíceas, corroborando los datos obtenidos de la mineralogía. Asimismo, estos valores, si se los comparan con los de otras zonas de la Provincia de Buenos Aires, muestran rangos de variación similares, por lo que la influencia de la litología local (especialmente esquistos y cuarcitas del sistema montañoso), ha sido escasa. El contenido de Al_2O_3 , presenta un valor

Tabla 2. Composición química del loess de las Sierras Australes (n:28)

Oxido	Promedio (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)
SiO ₂	58,5	61,98	52,21
Al ₂ O ₃	15,5	17,83	12,52
TiO ₂	0,78	1,04	0,39
P ₂ O ₅	0,18	0,28	0,11
Fe ₂ O ₃	5,1	7,00	3,55
FeO	0,65	1,28	0,21
Na ₂ O	2,7	3,52	1,96
K ₂ O	2,1	2,45	1,67
CaO	4,00	11,0	2,90
MgO	1,6	2,09	1,15

medio de 15,5%, con valores máximos y mínimos de 18% y 13,4%, respectivamente. El rango de variación es algo menor al del sílice. El hierro, como catión férrico, posee una alta variación, entre 3,5% y 7%, con un valor medio de 5,1%. Los contenidos de potasio y sodio, tienen valores medios de 2,1% y 2,7%, respectivamente, y presentan una rango de variación comparativamente menor al de otros componentes y están probablemente vinculados con la naturaleza y predominio de las plagioclasas. El calcio presenta grandes variaciones, con contenido promedio del orden del 4%. El magnesio presenta valores promedios de 1,6%. Los valores obtenidos indican composiciones asimilables a andesitas y dacitas para estos sedimentos, así como una tendencia calcoalcalina. Estos factores, son coherentes con las características del volcanismo predominante en el Cenoico superior en nuestro país.

CONCLUSIONES

Desde el punto de vista granulométrico, el loess de la región es predominantemente arenoso (más del 60% de las muestras estudiadas) y bimodal, con una moda principal en la fracción arena muy fina-limo grueso y una secundaria en la fracción arcilla. Los diferentes parámetros estadísticos muestran que los sedimentos se encuentran relativamente mal seleccionados. La gran variabilidad de los sedimentos sugieren que la textura no pueda considerarse un parámetro válido para diferenciar estratigráficamente al loess. La mayor variación granulométrica de los sedimentos, si se los compara con otros loess del país, puede deberse a una mayor proximidad a las zonas de aporte, a una dinámica geomórfica más importante y la interferencia producida por la zona serrana.

Mineralógicamente, las muestras de loess analizadas presentan composiciones similares a otras estudiadas en la Provincia de Buenos Aires. Predominan los fragmentos de líticos volcánicos y los vitroclastos (especialmente trizas poco alteradas). Son también muy abundantes, los cristaloclastos de plagioclasa. El cuarzo difícilmente alcanza al 10%, si bien hay un enriquecimiento relativo de este componente (ya sea como cristaloclastos o fragmentos de cuarcitas), en las fracciones más gruesas, lo cual indica un cierto aporte local, desde la zona serrana. Los pesados se encuentran generalmente por debajo del 2%. En este aspecto, las muestras estudiadas indican que el loess de la región también presenta una gran variabilidad en lo referente a la mineralogía.

Se ha estudiado la geoquímica de loess de la región, aspecto poco considerado en los estudios existentes hasta el presente para la Región Pampeana. La composición expresada en óxidos de elementos mayoritarios,

indica una composición mesosilicea, con contenidos de SiO_2 comprendidos entre 61% y 52%, con un valor medio de 58%, el Al_2O_3 posee valores medios del orden del 15,5% y una menor variabilidad relativa que para el sílice. El Fe_2O_3 y el CaO varían grandemente, así como el contenido de carbonatos. En general, en este aspecto también se comprueba una gran variabilidad en el material. No se observa una variación sistemática de los contenidos según la distancia a la zona serrana, lo que refuerza la sospecha respecto del carácter predominantemente alóctono de estos depósitos.

El relieve existente en la zona, especialmente en la zona distal, responde a las particulares características del relieve sindeposicional loésico: suaves lomadas y características mantiformes de los depósitos. El reptaje del material loésico así como las formas erosivas mixtas menores (fluvial, eólicas y remoción en masa), habrían jugado un importante papel en la diferenciación de los suelos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece especialmente al personal del Instituto de Suelos, CIRN-INTA (Castelar), por toda la colaboración prestada, en especial al Lic. JC Salazar Lea Plaza, así como también a D Bluvstein, P Tchilinguirian, D Villegas y A Turel.

REFERENCIAS

- Bidart S, 1993. Clasificación de los sedimentos eólicos del Pleistoceno tardío-Holoceno del sur de la Provincia de Buenos Aires. 4° Reunión Arg. de Sedim., :159-167
- Cappannini D, Scoppa C, Vargas Gil J, 1970. Suelos de las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires. En Reunión sobre Geología de las Sierras Australes Bonaerenses. C.I.C., 203-234
- De Francesco, F., 1992. Estratigrafía del Cenoico en el flanco occidental de las Sierras de Curamalal, Sas. Australes Bonaerenses. III Jor. Geol. Banaer. :3-12
- Fidalgo F, Riggi J, Gentile R, Correa H, Porro N, 1991. Los "sedimentos postpampeanos" continentales en el ámbito sur bonaerense. R.A.G.A. 46: 239-56
- Folk R, Ward W, 1957. Brazos river bar, a study in the significance of grain size parameters. Journ. Sed. Pterol. 27:3-27
- Pecsi, M. 1990. Loess is not just the accumulation of dust. Quat. Int., 5: 1-21
- Pereyra F, Martinez G, Tchilinguirian P. 1994. Characterization of loess deposits in the Southern Llanura Pampeana Region. Buenos Aires, Argentina. XIV Int. Sedim. Congress, 17-19
- Pereyra F, 1994. Relaciones entre los factores relieve y material originario con los procesos pedogenéticos, la distribución de los suelos y propiedades seleccionadas, en un sector de las Sas. Australes. Tesis Doctoral, FCEyN-UBA, 367 pags.
- Pereyra F, Ferrer J, 1995. Geomorfología de la Sierra de Bravard

- y piedemonte, Provincia de Buenos Aires. IV Jorn. Geol. Bonaerenses, 118-126
- Rabassa L., 1990. Late Pleistocene and Holocene loes deposits in the Upper Rio Sauce Grande Basin, Argentina. INQUA, Int. Symp. on Loess, expanded Abstracts, 24-26
- Smalley I., 1975. Loess, lithology and genesis. Dowden & Hutchinson-Ross, Peensylvannia, 629 pags
- Tricar J., 1973. Geomorfología de la Pampa Deprimida. INTA, Serie Científica, N°12, pags
- Tsoar H, Pye K., 1987. Dust transport and the question of desert loess formation. *Sedimentology*, 34:139-153
- Vargas Gil J, Scoppa C., 1971. Suelos de las sierras de la Provincia de Buenos Aires. 6° Reunión Arg. de Cs. del Suelo. 2:145-63
- Zarate M, Blassi A., 1990. Consideraciones sobre el origen, procedencia y transporte del loess del sudoeste de la Provincia de Buenos Aires. Int. Symp. on Loess, Expanded Abstracts:15-20