



MINERALOGÍA DE LA FRACCIÓN ARENA DE LOS SUELOS Y SEDIMENTOS SUPERFICIALES DE LA REGIÓN PAMPEANA. UNA REVISIÓN.

Morrás, H.J.M.¹

¹ INTA-CIRN, Instituto de Suelos, Hurlingham, Pcia. de Buenos Aires y Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Universidad del Salvador, Pilar, Pcia. de Buenos Aires.

morras.hector@inta.gob.ar; hector.morras@usal.edu.ar

RESUMEN

Se efectuó una revisión de la literatura existente sobre la composición mineralógica de la fracción arena de suelos y sedimentos superficiales de la región pampeana. Se seleccionaron diversos componentes de las fracciones livianas (vidrio volcánico, cuarzo, feldespatos potásicos, plagioclasas y litoclastos) y pesada (piroxenos, anfíboles y micas). Esta información fue comparada con estudios recientes sobre la composición mineralógica de la fracción arena de suelos de la Pampa Ondulada y sectores vecinos, en los que se evidenció una importante heterogeneidad mineralógica y una variación composicional de sur a norte de esta sub-región. En función de los datos de la literatura pudo establecerse un claro contraste entre la composición de la fracción arena de distintos sectores de la región pampeana, permitiendo establecer una delimitación entre la Región Mineralógica (R.M.) sur, la R.M. central, la R.M. norte y la R.M. oriental. Los datos evaluados evidencian que los sedimentos loésicos pampeanos son claramente heterogéneos y sus diferencias composicionales estarían relacionadas con contribuciones variadas en tiempo y en espacio de muy diversas fuentes proximales y distales de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias que rodean la llanura. Además de los aportes eólicos, los resultados sugieren una influencia considerable del transporte fluvial en la conformación de los sedimentos superficiales de esta región.

Palabras clave: arenas, mineralogía, región pampeana.

INTRODUCCION

Los sedimentos loésicos de la Región Pampeana junto con las arenas eólicas situadas hacia el oeste, abarcan un área geográficamente extensa, y se caracterizan por una composición mineralógica claramente diferente a la de los loess de diversas regiones del hemisferio norte. Siguiendo el trabajo fundamental de Teruggi, (1957), existe consenso en que las principales áreas fuente de los depósitos pampeanos de limos y arenas son las rocas basálticas y andesíticas, así como los depósitos de tobas del norte de la Patagonia y la cordillera de los Andes. En consonancia con ese criterio inicial, durante largo tiempo se consideró que estos sedimentos eran mineralógicamente homogéneos, exceptuando el hecho de la presencia de contenidos variables de vidrio volcánico. Sin embargo, un número considerable de trabajos sobre la fracción arena de sedimentos y suelos de distintos ámbitos pampeanos y chaqueños han demostrado la existencia de diversas fuentes y procesos de aporte en la formación de la masa sedimentaria (e.g. González Bonorino 1965, Bertoldi de Pomar, 1969; Morrás y Delaune, 1985; Zárate y Blasi 1993, Etchichury y Tófaló 2004). También, estudios geoquímicos y de las fracciones arcilla y limo indican variaciones espaciales en la composición mineralógica que sugieren la existencia de aportes de origen diverso. Así, revisiones recientes (Zárate 2003; 2007; Morrás 2020-a,b) sobre las características, procedencia, transporte, distribución y el registro geológico de los sedimentos loésicos de la región Chaco-Pampeana han puesto en evidencia un escenario mucho más complejo que el considerado inicialmente.



En este marco, un primer análisis de datos composicionales de la arena de horizontes C y BC de perfiles de suelo de la Pampa Ondulada y sectores proximales permitió observar variaciones espaciales, que condujeron a delimitar tres áreas mineralógicamente diferenciadas (Morrás, 2003). En una nueva etapa (Morrás, 2020-a) se analizó la variación vertical y espacial de una mayor cantidad de minerales de la arena de todos los horizontes de 67 perfiles de suelo de ese mismo sector de la Pampa Norte. El análisis detallado de los datos permitió constatar la existencia de diversas combinaciones en la composición mineralógica de la arena. De este modo se identificaron 10 tipos de perfiles o “modelos mineralógicos” caracterizados por la diferente distribución vertical de minerales mayoritarios y/o significativos por su proveniencia. Por otro lado, la distribución y asociación espacial de los “modelos mineralógicos” permitió distinguir en esta nueva etapa de análisis la existencia de siete “zonas mineralógicas” en el área estudiada (Figura 1-A). El análisis estadístico de datos de las fracciones liviana y pesada de la arena mediante el método de Componentes Principales realizado posteriormente (Morrás y Bressan, 2020) posibilitó confirmar esas interpretaciones. De acuerdo a esto, en el sector norte de la Pampa Ondulada los suelos contienen una mayor proporción de micas y anfíboles. Por el contrario, el sector meridional de la región estudiada se caracteriza por la abundancia de piroxenos y de fragmentos líticos. En el sector intermedio de la Pampa Ondulada, la franja occidental resulta transicional entre las dos anteriores, en tanto la franja vecina al eje fluvial Paraná-Río de la Plata está caracterizada por una mayor proporción de cuarzo y menor contenido de minerales pesados. El vidrio volcánico por su parte aparece en proporciones contrastantes tanto entre horizontes de un mismo perfil como entre perfiles diferentes, incluso próximos entre sí. Estas diferentes asociaciones minerales muestran una distribución espacial que confirma la existencia de contribuciones variables pero significativas de diversas fuentes y evidencian que los sedimentos superficiales de la Pampa Ondulada y áreas proximales constituyen una zona de transición entre la Pampa Sur y la Pampa Norte.

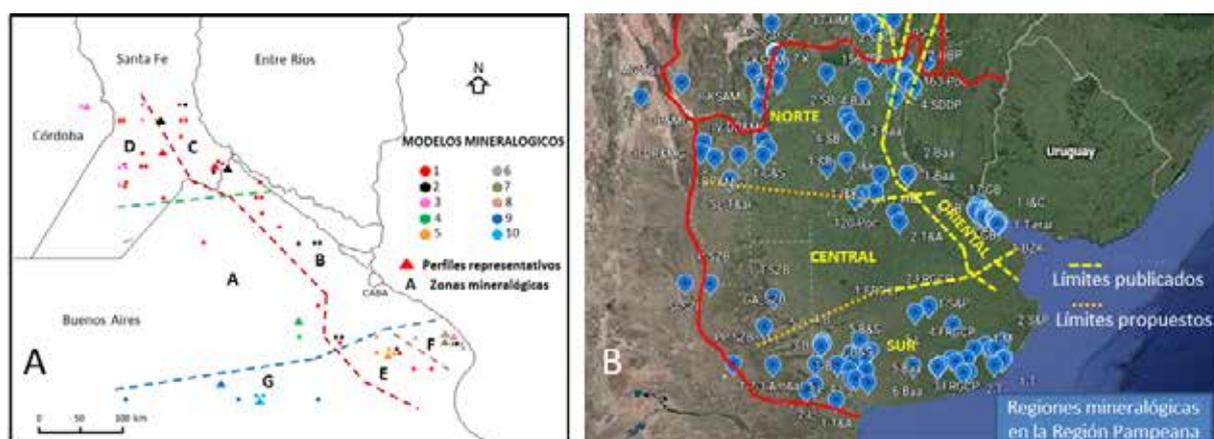


Figura 1. A: Zonas mineralógicas identificadas en la Pampa Ondulada y sectores proximales en función de la distribución y predominancia de los modelos mineralógicos de la fracción arena (Morrás, 2020-a). B: Límites y regiones mineralógicas diferenciadas en la Región Pampeana. También se muestran sectores diferenciados en el extremo sur de la Región Chaqueña de acuerdo a Morrás y Delaune (1985). Las marcas indican los sitios con datos mineralógicos de la fracción arena estudiados por diferentes autores y utilizados en la presente revisión.

En consecuencia, con el propósito de vincular los resultados obtenidos en el estudio de la mineralogía de la Pampa Ondulada con los de otros sectores de la región pampeana y obtener una visión actualizada e integrada respecto a la composición y posible procedencia de los sedimentos superficiales pampeanos, en el presente trabajo se efectuó un análisis de la mayor parte de la información mineralógica cuantitativa y cualitativa de la fracción arena de suelos y sedimentos disponible en la literatura.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la revisión efectuada se analizaron los datos mineralógicos de la fracción arena de suelos y sedimentos de unos 170 sitios reportados en unos 65 artículos publicados a lo largo de los últimos 70 años en muy diversas revistas periódicas y congresos. Si bien los datos considerados corresponden tanto al ámbito pampeano como al ámbito chaqueño, en este trabajo solo se presentan los resultados del análisis de materiales en sitios localizados en la región pampeana y en sitios externos pero próximos a lo que se considera el límite

geográfico de la región. La localización de los sitios reportados en la literatura y aquí considerados se presenta en la figura 1-B. La mayor parte de la información corresponde a estudios realizados en suelos actuales, y una pequeña proporción a paleosuelos y sedimentos superficiales. Como se aprecia en la figura, comparativamente existen pocos datos publicados del sector central de la región, correspondiente en particular a la Pampa Arenosa y la Pampa Deprimida. Debe notarse además que la información disponible es sumamente variada; si bien algunos trabajos ofrecen datos relativamente completos sobre el cortejo mineralógico de la fracción, la mayor parte de los estudios reportan información solo sobre componentes mayoritarios. Los procedimientos de análisis también son diversos; en algunos casos los análisis se efectúan sobre la fracción arena completa y en otros separando la arena en sus fracciones liviana y pesada. En su gran mayoría los análisis han sido efectuados mediante microscopía óptica, aunque en algunos trabajos los datos se complementan con análisis de DRX o microscopía electrónica. Los resultados obtenidos en gran parte son cuantitativos y en otros son estimaciones semicuantitativas. En consecuencia esta diversidad en la información hace imposible el análisis estadístico de los datos del conjunto considerado, por lo que en este trabajo se consideran los rangos y las tendencias resultantes tanto del análisis de la información objetiva provista en las publicaciones, como de las interpretaciones de los autores correspondientes. En esta revisión, y con el fin de efectuar un análisis comparativo entre materiales de suelo-sedimento de diversos sitios de la región pampeana con los de la Pampa Ondulada, sólo se han considerado aquellos minerales mayoritarios de las fracciones liviana y pesada de la arena evaluados previamente en Morrás (2020-a). Así, en este análisis se han considerado los datos de vidrio volcánico, plagioclasas, cuarzo, feldespatos y litoclastos de la fracción liviana, y piroxenos, anfíboles y micas de la fracción pesada.

RESULTADOS, DISCUSION Y CONCLUSIONES

En primer lugar, y más allá de las importantes diferencias mineralógicas que suelen existir entre distintos horizontes de un mismo suelo o niveles sedimentarios de un mismo perfil o entre perfiles próximos entre sí tal como se ha evidenciado para la Pampa Ondulada (Morrás, 2020-a;b) y en los datos aquí considerados de la literatura, es posible establecer una primera gran diferenciación a nivel regional entre los sedimentos superficiales de la Pampa Sur y los de la Pampa Norte. En la Figura 2 se presenta una síntesis de los resultados obtenidos del análisis de datos para algunos de los minerales considerados. Los valores representados en esta figura por las barras constituyen los valores más frecuentes de minerales de la fracción arena reportados para sedimentos y suelos pampeanos. Sin embargo, para todas las zonas y para cada uno de los minerales mencionados, se han reportado valores mayores o menores a los valores frecuentes; ese rango se indica aquí para algunos de los minerales y las regiones diferenciadas con las flechas verticales.



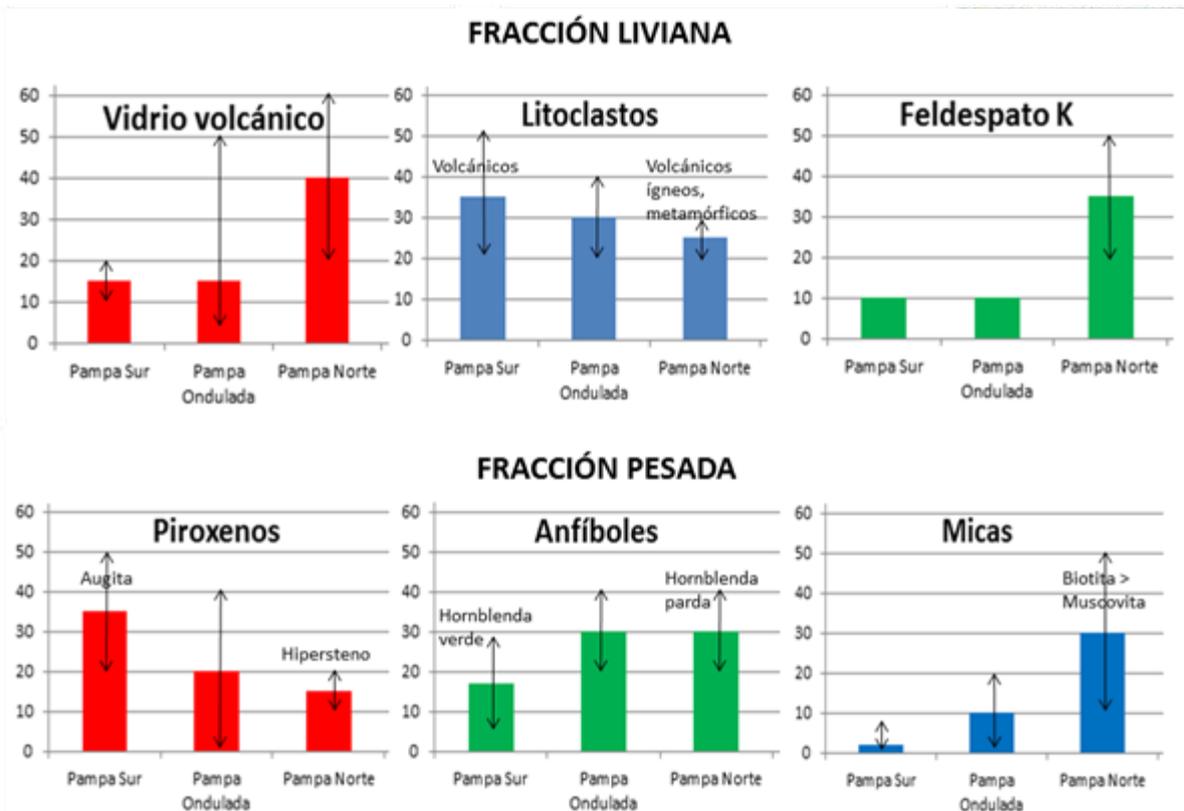


Figura 2. Valores frecuentes (barras) y rangos (flechas verticales) de algunos componentes mayoritarios de las fracciones liviana y pesada de la arena de suelos y sedimentos de la región pampeana de acuerdo a la literatura. Los datos correspondientes a la Pampa Ondulada están tomados de Morrás, 2020-a. Los datos correspondientes a los materiales de la Pampa Sur y de la Pampa Norte constituyen una síntesis de los datos existentes en la bibliografía y analizados en esta revisión.

Este análisis preliminar permite constatar que desde el punto de vista cuantitativo los sedimentos superficiales de la Pampa Sur suelen tener mayor proporción de piroxenos y de litoclastos que los de la Pampa Norte, y que estos en su mayoría serían de origen volcánico. Por el contrario, los sedimentos de la Pampa Norte presentan mayor proporción de trizas de vidrio pero también granos de cuarzo (no representado en la figura), de feldespatos potásicos y de micas que los de la Pampa Sur. Por otro lado, y desde el punto de vista cualitativo, en los sedimentos de la Pampa Sur las plagioclasas (no representado en la figura) serían de tipo intermedio (andesina-labradorita), en los piroxenos es predominante la augita, entre los anfíboles predomina las hornblenda verde, y entre las escasas micas la muscovita suele ser más frecuente. Por el contrario en la Pampa Norte las plagioclasas serían sobre todo sódicas (albita-oligoclasa); entre los piroxenos el hipersteno se encuentra en igual o mayor proporción que la augita; entre los anfíboles las hornblendas de las variedades castaña y verde azulada lo mismo que la lamprobolita se presentan en proporciones más significativas que en el sur, y entre las micas en el sector norte suelen predominar las biotitas. Por otro lado, y de acuerdo a los estudios precedentes sobre perfiles de suelo de la Pampa Ondulada (Morrás, 2003; 2020) resulta significativo que en esta sub-región muchos de los constituyentes de la fracción arena presentan variaciones cuantitativas de sur a norte, más sutiles para algunos minerales (feldespatos potásicos, litoclastos) pero muy marcadas para otros como es el caso de piroxenos, anfíboles y micas. En este sentido, y tal como se observa en la figura 2, la representación de los valores más frecuentes de estos minerales indica que esta región constituye en su conjunto un área de transición entre las Pampas Sur y Norte.

En consecuencia, y en función de los datos analizados, la mineralogía de las arenas en el sur de las provincias de Buenos Aires y la Pampa se diferencia claramente de aquella existente en el centro-norte de Córdoba y en el centro y parte del sur de Santa Fe. Si bien la información es muy limitada para el centro de la región pampeana, tanto por la mineralogía de los sitios aquí localizados, por la identificación ya realizada de un sector transicional dentro de la Pampa Ondulada (zona A en la figura 1-A), como por la simple consideración de los

procesos sedimentarios actuantes en la región, se estima que este sector central es un sector transicional de mezcla de los aportes predominantes en el sur y en el norte de la región pampeana. Por otro lado, tanto los trabajos preexistentes (Bertoldi de Pomar, 1969; Morrás y Delaune, 1985; Etchichury y Tófaló, 2004; Morrás, 2020-a) como algunos otros datos incluidos en esta revisión ponen en evidencia un sector mineralógicamente diferenciado a lo largo del margen derecho del río Paraná. En consecuencia, y en función de la información disponible, en la región pampeana sería posible distinguir una Región Mineralógica (R.M.) Sur, una R.M. Central, una R.M. Norte y una R.M. Oriental (figura1-B).

De acuerdo a los resultados obtenidos puede decirse que, si bien los sedimentos loésicos pampeanos se caracterizan por presentar una mineralogía de origen volcánico-piroclástico que los diferencia de los loess del hemisferio norte, por un lado estos componentes no siempre son mayoritarios, y por otro lado que existen claras diferencias composicionales entre los sedimentos de distintos ámbitos de la región. Esas diferencias mineralógicas estarían relacionadas en primer lugar con el hecho que los aportes volcánico-piroclásticos en distintos sectores de la amplia región Pampeana provendrían de distintas fuentes en la cordillera Andina, de depósitos de tobas del centro-oeste de la Argentina y del norte de Patagonia. En segundo lugar, a esto se le suman además los aportes provenientes de rocas muy diversas localizadas alrededor de la región, con diferente grado de contribución a los sedimentos pampeanos según las áreas. En este sentido, si bien en la Pampa Sur los aportes de los sistemas de Tandilia y Ventania son poco significativos y de extensión reducida, por el contrario en la Pampa Norte los aportes de las Sierras Pampeanas aparecen como muy importantes en la constitución del cortejo mineralógico de los sedimentos loésicos. Aquí también la contribución de cenizas y polvo desde el sector norte de la Zona Volcánica Central y desde la Puna parecería tener una importancia significativa que todavía debe mensurarse. Por su parte los sedimentos de la Pampa Ondulada se caracterizan y diferencian de otros sectores por contener proporciones variadas de minerales transportados por los sistemas fluviales de la región Mesopotámica, los que podrían haber sido deflacionados desde las llanuras aluviales durante períodos de estiaje y quizás particularmente desde las plataformas continentales en épocas de regresiones marinas.

En síntesis, los sedimentos loésicos pampeanos son claramente heterogéneos y sus diferencias composicionales estarían relacionadas con contribuciones variadas en tiempo y en espacio de muy diversas fuentes proximales y distales de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias que rodean la llanura. En este sentido, además del transporte de partículas realizado por diversos sistemas de vientos en particular de aquellos procedentes del oeste y sur-oeste, aparece también relevante el acercamiento previo de clastos que han generado y generan diversos sistemas fluviales. El rol de estas contribuciones ha sido tomado en cuenta por algunos autores para el caso del transporte efectuado por el sistema del Desaguadero-Salado en el oeste del país y los ríos Negro y Colorado en Patagonia (e.g. Zárate y Blasi, 1993) así como el notorio transporte que efectúa el río Paraná y sus afluentes en las regiones chaqueña y mesopotámica (e.g. Bertoldi de Pomar, 1969; Morrás y Delaune, 1985). Sin embargo, la importancia de estos procesos fluviales en la constitución de los sedimentos loésicos superficiales no está todavía adecuadamente dimensionada. Así, y en función de la clara diferenciación composicional que presentan los sedimentos de la Pampa Norte, el rol de los ríos que drenan las Sierras Pampeanas aparece más importante que lo habitualmente considerado en la conformación de los sedimentos loésicos de la llanura en los tramos distales y en los sectores periféricos de esos cursos fluviales.

BIBLIOGRAFIA

- Bertoldi de Pomar, H. 1969. Notas preliminares sobre la distribución de minerales edafógenos en la Provincia de Santa Fe. Quinta Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, Santa Fe, Actas: 716-726.
- Etchichury, M. & Tófaló, O. 2004. Mineralogía de arenas y limos de suelos, sedimentos fluviales y eólicos actuales del sector austral de la cuenca Chacoparanense. Regionalización y áreas de aporte. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 59 (2):317-329.
- González Bonorino, F. 1965. Mineralogía de las fracciones arcilla y limo del pampeano en el área de la ciudad de Buenos Aires y su significado estratigráfico y sedimentológico. Revista de la Asociación Geológica Argentina, XX (1): 67-148.
- Morrás, H. 2003. Distribución y origen de los sedimentos superficiales de la Pampa Norte en base a la mineralogía de arenas. Resultados preliminares. Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología, 10 (1):53-64.



- Morrás, H. 2020a. Modelos composicionales y áreas de distribución de los aportes volcánicos en los suelos de la Pampa Norte (Argentina) en base a la mineralogía de arenas. En: Imbellone, P. y Barbosa, O. (eds.). Suelos y Vulcanismo. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo, Buenos Aires, Capítulo 5, pp. 127-167 (edición digital).
- Morrás, H. 2020b. El material parental de los suelos de la Región Pampeana en base a la mineralogía de arenas. Aplicaciones a la interpretación de procesos pedológicos. En: Imbellone, P. y Barbosa, O. (eds.). Suelos y Vulcanismo. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo, Buenos Aires, 2020. Capítulo 6, pp. 169-184 (edición digital).
- Morrás, H. & Delaune, M. 1985. Caracterización de áreas sedimentarias del norte de la Provincia de Santa Fe en base a la composición mineralógica de la fracción arena. *Ciencia del Suelo*, 3 (1-2): 140-151
- Morrás, H. & Bressan, E. 2020. Aplicación del análisis estadístico multivariado en el estudio de la mineralogía de la fracción arena de suelos de la Pampa Ondulada. XXVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Corrientes, Actas (edición digital) pp. 1366-1371.
- Teruggi, M. 1957. The nature and origin of Argentine loess. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27: 322-332.
- Zárate, M. 2003. Loess of southern South America. *Quaternary Sci. Rev.* 22:1987-2006.
- Zárate, M. 2007. Loess records / South America. *Encyclopedia of Quaternary Science*, Elsevier, pp. 1466-1479.
- Zárate, M. & Blasi, A. 1993. Late Pleistocene-Holocene eolian deposits of the southern Buenos Aires Province, Argentina: a preliminary model. *Quaternary International*, 17: 15-20.

