

EN RELACION CON "PERFILES DE ESTABILIDAD MINERAL EN SUELOS DESARROLLADOS  
SOBRE LOESS DE LA REGION PAMPEANA SEPTENTRIONAL, ARGENTINA"

A través de la presente es mi deseo hacer algunos comentarios sobre el trabajo de M. Teruggi y P. Imbellone (1983) y particularmente sobre la utilización que en el mismo se postula del vidrio volcánico como índice de alteración de los suelos pampeanos.

Es de señalar que los comentarios que aquí vertiré no son más que los que oportunamente expusiera al solicitármese la evaluación del trabajo de referencia (\*).

Si bien -y a pesar de mi criterio divergente- el trabajo fue mantenido en su forma original, también debo señalar con el mayor reconocimiento la referencia que en el mismo los autores hacen de la utilización que anteriormente yo le diera al vidrio volcánico, ésto es, como índice de homogeneidad para establecer discontinuidades litológicas.

No obstante esa referencia, que no es analizada allí críticamente, es evidente que para el lector no advertido no queda suficientemente clara la incompatibilidad de fondo que existe entre las dos posiciones: la utilización que aquellos autores hacen del vidrio como índice de alteración (considerándolo en consecuencia como fácilmente alterable) resulta absolutamente incompatible con la que otros hacemos como índice de homogeneidad (considerando a ese vidrio y en las condiciones de esos suelos, como relativamente estable). La pauta de ésto la he obtenido a través de la discusión con colegas, así como por el hecho de que otros autores (De Petre y Perman, 1983) han comenzado a utilizar los índices mineralógicos basados sobre el vidrio según el criterio sustentado por Teruggi e Imbellone, sin advertir aquellos problemas básicos y que aquí deseo plantear.

Por otra parte debo dejar en claro que no es mi propósito defender aquí la validez de mi propia postura, tanto como resaltar lo que en mi opinión son faltas de fundamentación y contradicciones de ciertos aspectos del artículo aquí discutido -aunque es claro que pudiendo demostrar ésto, mi propia hipótesis adquiriría, por contrapartida, relevancia.

En este sentido, queda claro que el trabajo referido se halla basado en dos presupuestos:

1) En primer lugar que los suelos utilizados se consideran litológicamente homogéneos, para lo cual los autores se apoyan en criterios que, aislados, son de muy relativa relevancia.

"El carácter homogéneo de los materiales originarios se asume como tal a partir de un conjunto de criterios convergentes de campo y analíticos tales como ausencia de discontinuidades litológicas, variación gradual en profundidad de los rasgos morfológicos y estabilidad textural de los perfiles". Aparte de la incongruencia manifiesta en la parte subrayada del párrafo, resulta evidente que los únicos criterios utilizados para establecer la homogeneidad han sido las características morfológicas y la textura. Es evidente que estos datos no son suficientes por sí mismos, pues el reconocimiento de discontinuidades litológicas requiere en muchos casos la convergencia de un número considerable de determinaciones analíticas, entre las cuales las mineralógicas no son las menos importantes.

A este respecto debe notarse que uno de los perfiles utilizados por los autores (la serie Ramallo), y sobre el cual basan gran parte de las conclusiones del trabajo, no sería en realidad un material homogéneo. En efecto, en base a los datos mineralógicos que los autores proporcionan (Tabla 2) resulta bastante evidente la existencia de una superficie de discontinuidad entre los horizontes B<sub>21</sub> y B<sub>22</sub>; así por ejemplo, si se comparan los tenores de cuarzo, vidrio, augita, hipersteno, biotita, muscovita, magnetita y apatita de los tres horizontes superiores y de los tres inferiores surgen diferencias cuantitativas que indicarían la muy probable superposición de dos materiales distintos.

Este hecho, que a mi juicio ya invalidaría el trabajo referido, confirma una vez más la conocida necesidad de establecer previamente y con toda seguridad las características litológicas del material utilizado en los estudios referidos al grado de evolución de los suelos.

2) El segundo presupuesto, y que nos interesa aquí particularmente, es el referido a que el vidrio volcánico de los suelos pampeanos es fácilmente alterable. En este sentido, la postura de los autores implica además que la alteración del vidrio sería tan importante como para hacer desaparecer las trizas en ciertos niveles del perfil de suelo.

Al hacer este presupuesto no se tienen en cuenta, sin embargo, dos cosas fundamentales: a) por un lado la alta resistencia a la alteración universalmente atribuida al vidrio volcánico ácido (Fieldes y Swindale, en: Brewer, 1964; citado tam-

\* Nota de la editorial: El autor hace referencia a su participación como uno de los revisores del trabajo en cuestión.

bién por Teruggi y Andreis, 1971) y que, como sabemos es el que caracteriza los materiales pampeanos. b) por otro lado, lo indicado en numerosos trabajos referidos específicamente a la composición de los suelos y sedimentos pampeanos, en los que se señala que los vidrios volcánicos de los mismos se hallan prácticamente inalterados (por ejemplo, Pocoví, 1947; Baamonde, 1973, etc.).

A este respecto, y aparte de leves procesos de hidratación superficial en algunas trizas, ningún autor observó hasta el presente procesos de meteorización tan intensos del vidrio que pudieran conducir a su desaparición del perfil. Por el contrario, es justamente su falta de alteración lo que ha llamado la atención de numerosos autores.

Debo reconocer que el olvido de este segundo aspecto es el que me resulta más incomprensible, dado que el propio Teruggi es sin duda quien más ha insistido en el carácter inalterado de los minerales de los sedimentos y suelos pampeanos. En efecto, como él mismo ha dicho: "Los minerales que constituyen la fracción arena están siempre extraordinariamente frescos, sin presentar señales de alteración ni haber sufrido procesos diagenéticos intensos. La única excepción la constituyen los feldespatos potásicos, siempre alterados, y algunos de los minerales pesados..." (Teruggi, 1955).

Asimismo puede citarse una frase del trabajo de Teruggi y Andreis (1971) referido justamente a la estabilidad mineral de estos materiales cuando dicen: "Los estudios realizados sobre las rocas madres de los suelos y sobre los suelos derivados en el perfil de Buenos Aires a Mendoza (Etchichury y Remiro, 1968) han demostrado que, en la fracción arena los procesos edáficos han ejercido una acción insignificante en la descomposición de las abundantes especies inestables. La mineralogía de los distintos horizontes edáficos no sufre variaciones verticales ni se observan señales evidentes de ataque químico sobre los clastos".

Asimismo debe tenerse en cuenta a González Bonorino (1965) cuando refiriéndose a los vitroclastos de los materiales pampeanos dice "es casi siempre límpido o incoloro, si bien la presencia de material arcilloso verde parduzco adherido a la superficie y en los canalículos y vacuolas puede ser fácilmente confundido con alteración" (p. 84), o cuando señala que "el vidrio volcánico no contribuye prácticamente a la formación de arcilla" (p. 147). En otro trabajo, González Bonorino (1966) señala que "... la condición inalterada del vidrio volcánico, indica que los procesos de meteorización en los suelos de la Pampa avanza a un ritmo muy lento".

A este efecto resulta también interesante transcribir un párrafo de un trabajo de Pomar (1957) referido a la mineralogía de suelos de Santa Fe donde dice: "En el mismo sentido habla el grado de conservación en que se hallan los minerales de ambas fracciones que no muestran, en general, indicios de descomposición o ataque, a pesar de que este perfil se halla ubicado fisiográficamente en una leve depresión del domo occidental que era inundable... En cuanto al contenido de minerales predominantes, cabe decir que siendo los vidrios volcánicos minerales medianamente ricos en elementos fértiles, y constituyendo aquí un gran porcentaje, **deben considerarse como inertes, desde el momento que su ataque y descomposición es prácticamente nula...**". Al pasar podemos señalar que en este trabajo y otro posterior (1962) -y contrariamente a lo que ocurre en los suelos utilizados por Teruggi e Imbellone

ne la mayor concentración de vidrio se halla en los horizontes superficiales, disminuyendo sensiblemente con la profundidad.

Finalmente, y yendo a una referencia mucho más directa, podemos citar un trabajo de Scoppa (1974) en el que estudia específicamente un perfil de suelo de la serie Ramallo. Es así que este autor señala para este perfil que "La falta de alteración indicaría que el proceso de meteorización no fue lo suficientemente intenso para modificar, al menos en esta fracción (arena), la composición original. La hidratación de vidrio volcánico sería la única evidencia de una pedogénesis incipiente" (p. 123). Es claro que el proceso de hidratación del vidrio, observado en muchos suelos y sedimentos, es un proceso leve y superficial y que no permitiría explicar una supuesta desaparición del vidrio de la serie Ramallo como plantean Teruggi e Imbellone.

3) En tercer lugar, y aún en el caso que resultara cierta la postura actual de los autores sobre la alteración del vidrio, la utilización del mismo para los fines aquí pretendidos se vería invalidada por la existencia previa de algunos vidrios alterados en los materiales parentales de los suelos pampeanos. Dos posibilidades caben a este efecto.

a) La primera de ellas, que constituye una de las tesis fundamentales planteada por Teruggi en numerosos trabajos (por ejemplo 1954, 1955, 1957) y que fuera previamente también establecida por F'renguelli (1925), es la relativa a la coexistencia en los materiales pampeanos de vidrios frescos y de vidrios "montmorillonizados". Así es como, refiriéndose a este hecho Teruggi (1954) señala que "... entonces debemos concluir que el vidrio alterado no se ha descompuesto *in situ*, sino que ha sido transportado, hasta los lugares donde se depositó, ya transformado en montmorillonita. Esto explicaría la coexistencia, en el mismo depósito, de vidrio totalmente alterado y de vidrio fresco, pues si la descomposición hubiese actuado después de la depositación, todo el vidrio debería hallarse alterado o en vías de estarlo".

De este modo, si el material parental de los suelos pampeanos ya presenta originariamente y según el propio Teruggi, vidrios alterados, a menos que fuera posible establecer la distinción entre las alteraciones pre y post deposicionales, surge de toda evidencia la imposibilidad de utilizar el vidrio volcánico como índice de madurez mineralógica. Al pasar, debe notarse que según los criterios anteriores de Teruggi, materiales con proporciones muy disímiles de vidrios alterados deberían suponerse como sedimentológicamente distintos. Por el contrario, según el criterio del trabajo aquí discutido debería considerárselos como materiales con distinto grado de edafización.

b) Una segunda alternativa a considerar, y que surge de la hipótesis también planteada por los autores sobre una disminución del vidrio "por hidrólisis o translocación plasmática, una desintegración de las trizas", no parece tampoco un argumento convincente o cuanto menos demostrado para explicar una posible "desaparición pedogénica del vidrio volcánico".

En efecto, la hipótesis de la fragmentación o desintegración pedogénica de las trizas se halla dificultada por una hipótesis anterior del mismo autor cuando considera que esa fragmentación podría darse por transporte áqueo: "De ésto se

infiere que el origen de ambos sedimentos (loess y limos) es idéntico. En cuanto a la influencia que pueda haber ejercido el transporte áqueo de los limos, es posible que ella se manifiesta en la destrucción mecánica de las trizas vítreas alteradas" (Teruggi, 1955).

En consecuencia, si las dos hipótesis (fragmentación por transporte y fragmentación pedogenética) fueran valederas, resultaría también imposible utilizar el vidrio como índice de madurez mineralógica dado la superposición de procesos que eventualmente podrían manifestarse.

Por otra parte debe notarse que si bien la fragmentación del vidrio en el suelo podría ser eventualmente posible en ciertas condiciones, esa posibilidad no podría ser utilizada para establecer índices de meteorización o madurez mineralógica cuyo concepto fundamental es el de la relativa estabilidad mineral a la alteración química bajo influencias ambientales o micro-ambientales. A este efecto, y por si fuera necesario, podríamos citar al propio autor cuando refiriéndose a la acción de la diagénesis en la alteración dice: "Es evidente, entonces, que el problema de la disolución intraestatal debe analizarse con suma cautela, a causa del riesgo que implica el confundir efectos mecánicos con efectos químicos" (Teruggi y Andreis, 1971).

Por nuestra parte agregaríamos que aún más importante que lo anterior sería evitar la confusión de efectos mecánicos y/o químicos con discontinuidades litológicas. En este sentido queda claro en el trabajo aquí discutido que sus autores tampoco pueden explicarse, según la hipótesis por ellos mismos formulada, la disminución en el tenor de vidrio en el horizonte B<sub>21</sub> de la serie Ramallo cuando dicen: "Se plantea pues en la serie Ramallo un fenómeno local de desaparición pedogénica del vidrio volcánico que deberá ser investigada con mayor detalle para establecer su verdadera naturaleza y posibles causas". Por nuestra parte podríamos plantearnos que, si la fragmentación física del vidrio (causada por ejemplo por la presión de la arcilla) fuera el origen de esa disminución

como especulan los autores, no se ve porqué esa acción sería tan intensa en el horizonte B<sub>21</sub> (relación cuarzo/vidrio = 37,0) y tan poco marcada en el B<sub>22</sub> (relación cuarzo/vidrio = 4,3), cuando de ser cierta esa hipótesis posiblemente el resultado debiera ser totalmente inverso.

En resumen, surge de toda evidencia una contraposición neta entre los criterios expuestos anteriormente por Teruggi, con el criterio utilizado en el trabajo aquí discutido y en el que se considera que el vidrio es intensamente alterado en el suelo hasta el punto de disminuir abruptamente en ciertos niveles del perfil. Esta suposición le permitiría a los autores explicar las diferencias en el contenido de vidrio volcánico de distintos horizontes de un mismo suelo y justificaría así los índices de "meteorización" por ellos propuestos.

Por nuestra parte, si bien en base a nuestros propios trabajos (Morrás, 1978; 1983; Morrás y Delaune, 1981) y a los de otros autores, incluidos trabajos anteriores del propio Teruggi consideramos que el vidrio volcánico de los suelos pampeanos no ha sufrido alteraciones pedogenéticas importantes, adherimos sin embargo a lo que señalan Teruggi e Imbellone cuando dicen en sus conclusiones. "El comportamiento del vidrio volcánico andesítico o riolítico debe ser investigado más detenidamente para determinar su verdadera estabilidad sobre la que hay datos muy aproximativos". En última instancia hubiera sido conveniente que este criterioso propósito hubiera sido tenido en cuenta antes de asumir sin argumentos consistentes una intensa alteración pedogénica del vidrio en los suelos pampeanos, con la consecuencia de contradecir sin demostración válida numerosos trabajos anteriores, y con el riesgo de encaminarnos a interpretaciones erróneas sobre los procesos de alteración y evolución de estos suelos.

Héctor J. M. Morrás  
Dto. Suelos - INTA  
(1712) Villa Udaondo - Castelar - Bs. Aires

#### REFERENCIAS

- Baamonde, E., 1973. Componentes minerales de algunos suelos de la región triguera argentina. Rev. de Investig. Agrop. INTA, Serie 3, vol X 113-129.
- Bertoldi de Pomar, H., 1957. Estudio mineralógico de 10 perfiles de suelos en el Dpto. 9 de Julio. Prov. de Santa Fe. Min. Agric. y Ganad. Sta. Fe (inédito).
- Bertoldi de Pomar, H., 1962. Sobre la composición mineralógica de algunos suelos del norte santafesino. Anal. Museo Provincial Ciencias Naturales "Florentino Ameghino", Santa Fe, 1: 77-84.
- Brewer, R., 1964. Fabric and mineral analysis of soils. Wiley and Sons, 470 p.
- De Petre A. y S. Perman, 1983. Incidencia de la variabilidad mineral sobre la pedogénesis de algunos molisoles. Resúmenes del X Congr. Arg. y VIII Latinoam. de la Ciencia del Suelo, Mar del Plata, p. 86.
- Frenghielli, J., 1925. Loess y limos pampeanos. GAEA (Anales de la Soc. Arg. de Estudios Geográficos), 1: 1-88.
- González Bonorino, F., 1965. Mineralogía de las fracciones arcilla y limo del pampeano en el área de la ciudad de Buenos Aires. Rev. de la Asoc. Geol. Argentina, XX: 67-148.
- González Bonorino, F., 1966. Soil clay mineralogy of the Pampa plains, Argentina. J. of Sed. Petrol., 36: 1026-1035.
- Morrás, H., 1978. Contribution a la connaissance pédologique des "Bajos Submeridionales" (Province de Santa Fe, Argentine). Influence de l'environnement sur la formation et l'évolution des sols halomorphes. Tesis Dr., Université de Paris VII, 184 p.

- Morrás, H., 1983. Evaluación de algunos métodos de identificación de discontinuidades litológicas. Su aplicación en suelos del norte de la Prov. de Santa Fe, Argentina. Resúmenes del X Congr. Arg. y VIII Latinoam. de la Ciencia del Suelo, Mar del Plata, p. 77.
- Morrás, H. y M. Delaune, 1981. Composición mineralógica de la fracción arena de algunos suelos de los Bajos Submeridionales (Santa Fe). VIII Congr. Geol. Arg., San Luis, Actas, vol. IV: 343-352.
- Pocoví, A., 1947. Petrología de los suelos de la Provincia de Santa Fe. Inst. Exp. Inv. y Fom. Agr. Gan. Santa Fe., Publ. Técnica Nº 59, 107.
- Scoppa, C., 1974. The pedogenesis of a sequence of Mollisols in the undulating Pampa (Argentina). Ph. D. Tesis, State University of Ghent, Belgium, 158 p.
- Teruggi, M., 1954. El material volcánico piroclástico en la sedimentación cuaternaria argentina. Rev. Asoc. Geol. Arg., IX: 184-191.
- Teruggi, M., 1955. Apéndice. En: Reimpresión de "Loess y limos pampeanos". (J. Frengüelli). Ser. Tecn. Didact. Nº 7, Museo de La Plata, 88 p.
- Teruggi, M., 1957. The nature and origin of Argentine loess. J. of Sed. Petrol., 27: 322-332.
- Teruggi, M. y R. Andreis, 1971. Composición, estabilidad mineral y acción climática en sedimentos argentinos. Rev. Museo de La Plata (Nueva Serie) Sección Geología, vol. VII: 175-206.
- Teruggi, M. y P. Imbellone, 1983. Perfiles de estabilidad mineral en suelos desarrollados sobre loess de la región pampeana septentrional, Argentina. Ciencia del Suelo, 1. 65-74.

#### RESPUESTA A:

#### "EN RELACION CON PERFILES DE ESTABILIDAD MINERAL EN SUELOS DESARROLLADOS SOBRE LOESS DE LA REGION PAMPEANA SEPTENTRIONAL, ARGENTINA"

Los comentarios críticos de Morrás suscitan una serie de cuestiones de gran trascendencia para los fines interpretativos. En resumen, dicho autor considera que: 1) los suelos estudiados no son homogéneos; 2) el vidrio volcánico ácido no es alterable, como lo demostraría un trabajo de Fieldes y Swindale (1964) y -lo que es mucho más grave pues implicaría un autocontradicción- las propias contribuciones de uno de los autores (Teruggi; 1954; Teruggi y Andreis, 1971).

Conviene considerar por separado ambas objeciones.

##### 1) Homogeneidad de los suelos.

Estima Morrás que uno de los perfiles estudiados (Serie Ramallo) no es homogéneo, por considerar que existe una superficie de discontinuidad entre los horizontes B21 y B22, según lo demostrarían los tenores de cuarzo, vidrio volcánico, augita, hipersteno, biotita y muscovita. La existencia de dicha discontinuidad no es deducible de los datos presentados por nosotros, pero aún si así fuera, el citado autor omite mencionar que el fenómeno de la disminución brusca de trizas de vidrio volcánico que se produce únicamente en la zona iluvial de los suelos y particularmente en el horizonte B21, no es exclusiva de dicha serie sino que tiene lugar en muchos de los suelos de una vasta región de las provincias de Santa Fe, Buenos Aires y Córdoba. O sea que la supuesta discontinuidad mineralógica que cree detectar Morrás se extendería por un área por lo menos 40.000 km<sup>2</sup>. En efecto, la disminución del vidrio volcánico en la zona iluvial de los suelos ya fue detectada

por Stephan et. al. (1977) en brunizems santafesinos, a veces con aumento, en dicha zona, del contenido de esmectitas. Nuestro trabajo confirma el fenómeno y trata de explicarlo.

La cuestión se torna muy difícil de explicar si nos detenemos a considerar cuál puede ser el tipo de discontinuidad que provoque una sensible disminución en la frecuencia de trizas de vidrio volcánico a nivel aproximado del horizonte B21 (arriba y bajo de dicho horizonte, los contenidos de dicho componente no están afectados), sin modificar los porcentajes de los otros minerales en los perfiles estudiados. Se necesitaría un proceso sedimentario muy especial que fuera capaz de formar una capita de sedimento de escasos centímetros de espesor, que se caracterizaría por menos trizas de vidrio volcánico que el sedimento suprayacente y el subyacente. Además, dicha capita pobre en vidrio volcánico debe ser el punto de partida para el desarrollo de la porción iluvial de los suelos, lo que implica que, en la gran área mencionada, el espesor del sedimento que cubre dicha zona fue el justo para que se produjera una coincidencia entre nivel pobre en trizas vítreas y horizontes pedogénicos.

Ante la uniformidad mineralógica de los materiales pampeanos por encima y por debajo de la zona activa de los suelos estudiados -uniformidad que se extiende no solo a toda la región, sino a las grandes llanuras bonaerenses- y ante la imposibilidad de invocar un proceso sedimentario que tenga las características señaladas (sería en vez muy fácil invocar un proceso inverso, es decir, la intercalación de una capa de ceniza volcánica eólica que estaría enriquecida en trizas vítreas),

nos el vidrio volcánico aparece fresco, implica una situación "anómala", pues se ha preservado no obstante el hecho de ser inestable, al igual que se han preservado y son aun más inestables las olivinas, los piroxenos, los anfíboles y las plagioclasas intermedias a básicas. La alteración es un proceso flexible, y salvo los minerales "eternos", como el cuarzo, los restantes pueden persistir o desaparecer bajo los ataques propios de cada cuenca de sedimentación.

La sensibilidad del vidrio volcánico a la alteración ha sido destacada por Millot (1963), quien expresa con gran claridad: "... los materiales piroclásticos, que son las cenizas y las tobas, tienen dos cualidades suplementarias que las hacen particularmente vulnerables (a las alteraciones meteóricas): son permeables y son vítreas" (pág. 66). Y además agrega: "La montmorillonita se desarrolla a menudo como producto de alteración de vidrios volcánicos, hállese estos *in situ* o pulverizados el estado de cenizas o acumulados en capas sedimentarias" (pág. 378), detallando además como aparece este mineral en varios tipos de suelos.

Mineralógica, sedimentológica y geológicamente, la tesis de que el vidrio volcánico de sedimentos piroclásticos y el loess pampeano tiene dichos elementos piroclásticos en su composición - es inalterable o poco alterable resulta totalmente insostenible ante las evidencias de la naturaleza. Ellas abundan por doquier, y muy particularmente en el territorio argentino, en el cual son numerosísimos los depósitos de tobas en estado avanzado de alteración, hasta llegar a constituir depósitos bentoníticos.

Sorprende realmente que Morrás no haya prestado atención a estos hechos y a tantas opiniones internacionales contrarias a su tesis, como tampoco al clásico trabajo de Hay (1959) quien, al estudiar depósitos piroclásticos en islas caribeñas, demuestra que el vidrio volcánico andesítico es el menos estable de los minerales piroclásticos, alterándose en halloysita y un poco de montmorillonita. Igualmente terminante es Tucker (1981), quien asegura: "El vidrio volcánico se desvitrifica, se altera y reemplaza durante la meteorización y la diagénesis ... Los productos comunes de alteración son argilominerales y zeolitas".

Los propios pedólogos han señalado la inestabilidad del mineraloide. Para citar a uno, Fitzpatrick (1980), al referirse a los andosoles, explica que las trizas vítreas son atacadas por hidrólisis y, por este proceso, pasan a alófono luego de una serie de transformaciones. Y si los suelos pampeanos no son andosoles, como es bien sabido, tienen sin embargo elementos componentes de naturaleza piroclástica, por lo que no conviene pasar por alto la presencia de alófono en varios perfiles de suelos santafesinos que fuera comprobada por Panigatti (1975). Por otro lado, Stephan *et al.* (1977) mencionan que en suelos santafesinos el vidrio está sumamente atacado por meteorización en el B2. En realidad, la existencia de los mismos andosoles no sería posible si el vidrio volcánico fuera inalterable. Y conviene aclarar aquí -para aquellos especialistas en ciencia del suelo que no tengan bases sedimentológicas- que las trizas de vidrio volcánico presentes en los terrenos pampeanos y sus suelos provienen de cenizas volcánicas, caídas directamente, o mezcladas por el transporte, a otros componentes no piroclásticos.

Si bien hay diferencias en el comportamiento de los clasos minerales durante el transporte y la deposición frente a

a actividad que tiene lugar en la parte superior del perfil de meteorización, es evidente que en ambas condiciones el vidrio volcánico es alterable y no hace falta dar más pruebas. Más como Morrás alude repetidamente a trabajos realizados por uno de nosotros (M.E.T.), cuyas conclusiones chocarían frontalmente con el fundamento del índice de meteorización propuesto en base a dicho mineraloide, nos limitamos a transcribir el siguiente párrafo del primer trabajo fundamental sobre la constitución de los elementos loessoides bonaerenses (Teruggi, Etchichury y Remiro, 1957; pág. 232): "... si se observar microscópicamente una muestra que no haya sido sometida a dispersión ni ataque químico previos, se constatará que la montmorillonita, en lugar de formar escamillas sueltas, aparece como material de alteración que reemplaza totalmente a muchas trizas vítreas de diferentes tamaños. A veces, gran parte del sedimento está formado por el vidrio volcánico así alterado, pero conserva todavía la forma y otros caracteres que permiten su identificación; además, las escamillas montmorilloníticas están casi siempre dispuestas paralelamente y, en caso de que exista, en coincidencia con la fluididad del vidrio; esta orientación permite obtener directamente buenas figuras de interferencia sobre trizas alteradas. Aparte de estos agregados, se encuentran en los sedimentos escamillas finas de montmorillonita libre en cantidades variables, que se distribuyen entre las "pseudomorfosis" de alteración".

Estas observaciones se refieren a la fracción limo grueso y, salvo que los estudios difractométricos recientes han demostrado además la presencia de illita y caolinita entre los argilominerales, ellas mantienen su validez y refutan la afirmación infundada de Morrás de que: "... ningún autor observó hasta el presente proceso de meteorización tan intensos del vidrio que pudieran conducir a su desaparición del perfil. Por supuesto, las observaciones comentadas se refieren a sedimentos, pues ni uno de nosotros (M.E.T.) ni González Bonorino nos hemos ocupado en nuestros estudios previos de la zona activa del perfil de suelo.

Pero hay algo más en el trabajo de Teruggi, Etchichury y Remiro (1957) que explicaría las conclusiones de otros autores (Pocovi, 1947; Bertoldi de Pomar, 1962; Baamonde, 1973), que Morrás cita en apoyo de su tesis. Se lee en la página 234 del citado trabajo:

"Otro hecho que debe destacarse es que muy raras veces es dable observar todos los estados de pasaje de vidrio fresco al totalmente alterado. En la mayoría de las muestras se encuentra, junto al monmorillonizado, vidrio perfectamente fresco que no presenta señal alguna de meteorización. El porcentaje de este vidrio sin alterar, aunque cada vez más reducido, se mantiene hasta las fracciones más finas como partículas sumamente pequeñas y difíciles de reconocer". O sea que la secuencia de meteorización que ilustran Stoops *et al.* (1978), entre otros, así como su escala de grados de alteración, rara vez se observan en trizas vítreas. Si a esta característica se suma el hecho de que los recuentos se hacen rutinariamente sobre suelos o sedimentos que previamente han sido dispersados -con la consiguiente desagregación de los agregados de alteración- se aclara notablemente la "falta de meteorización de las trizas" que invoca nuestro crítico.

Todas estas conclusiones son también aplicables a tobas alteradas *in situ*, en cuya masa persisten trizas vítreas frescas

en medio de otras totalmente descompuestas, sin que se observen pasajes de un estado a otro. Por supuesto, ello invalida en parte la conclusión de Teruggi (1954), anterior al trabajo fundamental de 1957, de que el vidrio alterado habría llegado a los sitios de depósito ya descompuesto, y también la deducción de que la alteración meteórica debería afectar parejamente a todo el vidrio.

Con lo expuesto, queda refutada la afirmación de Morrás: "En resumen, surge con toda evidencia una contraposición neta entre los criterios expuestos anteriormente por Teruggi, con el criterio utilizado en el trabajo aquí discutido y en el que se considera que el vidrio es intensamente alterado en el suelo hasta el punto de disminuir abruptamente en ciertos niveles del perfil".

En resumen: debe tenerse presente que las determinaciones habituales de mineralogía de suelos y sedimentos se efectúa sobre la fracción arena fina a muy fina (246-62 micrones), en tanto que la descomposición y transformación en argilominerales de las trizas vítreas se hace más evidente en la fracción limo grueso a mediano. Naturalmente, la observación en partículas menores de 62 micrones requiere gran cuidado y alto entrenamiento en mineralogía óptica sedimentaria. Por último, hay que insistir en que las observaciones deben efectuarse sobre material no tratado, para evitar la eliminación de zonas o rebordes de alteración.

En el caso específico de los suelos estudiados, la disminución (obsérvese que nunca hay eliminación total, lo que apoyaría las observaciones anteriores) de las trizas vítreas podría deberse a varios efectos. Por un lado, una hidratación, con el consiguiente aumento de volumen. Esta expansión, actuando sobre clastos muy irregulares y angulosos como lo son las trizas, puede causar fracturaciones con la consiguiente "huida" granulométrica, o sea su disminución en la fracción arena y aumento en la fracción limo, como fue sugerido por nosotros en el trabajo motivo de la crítica. Por supuesto, esta fragmentación aumenta notablemente el área superficial de los clastos

y, con ella, se incrementa la eficacia de los ataques de la meteorización. Por otra parte, las trizas vítreas pueden disolverse, en forma parcial. Allen y Fanning (1983) comentan que en alfisoles secos, la disolución actúa en expensas de los minerales silicatados y el vidrio volcánico.

Queda por último la parte más grave: es la negación terminante de Morrás a la validez de nuestros índices de madurez, pues, según expresa, "... aún en el caso que resultara cierta la postura actual de los autores sobre la alteración del vidrio, la utilización del mismo para los fines aquí pretendidos se vería invalida por la existencia previa de algunos vidrios alterados en los materiales parentales de los suelos pampeanos".

Esta postura revela una "ingenuidad" sedimentológica, que es la de suponer que los clastos minerales llegan a un depósito, cualquiera sea el ambiente, en estado de virginal frescura. En efecto, no se puede ignorar que, entre otros componentes, los feldespatos -a los cuales Morrás no formula objeciones para su empleo en índices de madurez- se incorporan a las rocas sedimentarias en cualquier estado de alteración, desde muy frescos a muy alterados, y este hecho, que geológicamente es inevitable porque las rocas madres se alteran *in situ* previamente a su desintegración, no es obstáculo para que se los utilice para dichos fines. Si primara el criterio sostenido por nuestro crítico, no habría la más mínima posibilidad de emplear los índices de madurez, cualesquiera fuesen los minerales que se tomaran como patrones.

El vidrio volcánico se comporta como los feldespatos -a decir verdad, si estuviera cristalizado sería esencialmente feldespatos- con algo más de inestabilidad a causa de su mayor entropía. Por ello, nada se opone a que intervenga en índices de madurez, como ya lo han aceptado De Petre y Perman (1983).

Mario Teruggi y Perla T. Imbellone

Facultad Ciencias Naturales y Museo - UNLP - Paseo del Bosque (1900) La Plata - Pcia de Buenos Aires.

#### REFERENCIAS

- Allen, B. F. y D. S. Fanning, 1983. Composition and soil genesis. En: Wilding, L. P.; N. E. Smeck y G. F. Hall (Editores). *Pedogenesis and Soil Taxonomy, I: Concepts and interactions*. Elsevier, Amsterdam, pág. 152-153.
- Baamonde, E., 1973. Componentes minerales de algunos suelos de la región triguera argentina. *Rev. Inv. Agrop. INTA, serie 3; X: 113-129.*
- Bertoldi de Pomar, H., 1962. Sobre la composición mineralógica de algunos suelos del norte santafesino. *Anal. Museo Provincial Ciencias Naturales "Florentino Ameghino"; Santa Fe, 1 77-84.*
- De Petre, A. A. T. y S. Perman, 1983. Incidencia de la variabilidad mineral sobre la pedogénesis de algunos molisoles. *Resúmenes del X Congreso Arg. y VIII Latinoamericano de la Ciencia del Suelo; Mar del Plata, pág. 86.*
- Fieldes, M. I. F., 1955. Clay mineralogy of New Zealand soils. II. Allophane and related mineral colloids. *N. Z. J. Sci., Tech., 37: 336-350.*
- Fieldes, M. I. F. y L. D. Swindale, 1964. Chemical Weathering of silicates in soil formation. *N. Z. J. Sci., Techn. 368: 140-154.*

- Fitzpatrick, E. A., 1980. Soils. Their formation, classification and distribution. Longman: London y New York.
- González Bonorno, F., 1965. Mineralogía de las fracciones arcilla y limo del Pampeano en el área de la ciudad de Buenos Aires. *Rev. Asoc. Geol. Arg.* XX: 1026-1035.
- Hay, R. L., 1959. Origin and weathering of late Pleistocene ash deposits in Saint Vincent, B. N. T. *J. Geol.*, 67: 65-87.
- Millot, G., 1964. *Géologie des argiles*. Masson et Cie., Paris.
- Panigatti, J. L., 1975. Mollisols of the northern "Pampa", Argentina. Ph. D. Thesis; Michigan State University, East Lansing: 86 pág. Inédito.
- Pocoví, A., 1947. Petrología de los suelos de la Provincia de Santa Fe. *Inst. Exp. Inv. y Fom. Agr. Ganad. Santa Fe; Publ. Técnica N° 59*: 107 pág.
- Scoppa, C., 1974. The pedogenesis of a sequence of Mollisols in the undulating Pampa (Argentina). Ph. D. Thesis; State University of Ghent, Belgium: 158, pág.
- Stephan, S., A. A. De Petre, J. A. De Orellana y L. J. J. Priano, 1977. Brunizem soils of the central part of the Province of Santa Fe (Argentina). *Pédologie*, XXVII: 255-283.
- Stoops, G.; E. Bisdom; J. Delvigne; E. Fitzpatrick y G. Paneque, 1978. Subgroup on weathering phenomena and neoformations: a progress report. *Soil Micromorphology, Proceedings on the V International Working on Soil Micromorphology*. University of Granada, Spain.
- Teruggi, M. E., 1954. El material volcánico-piroclástico en la sedimentación cuaternaria argentina. *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, IX: 184-191.
- Teruggi, M. E., 1955. Algunas observaciones microscópicas sobre vidrio volcánico y ópalo organógeno en sedimentos pampeanos. *Notas Museo La Plata, Geol.*, 66: 17-26.
- Teruggi, M. E., 1957. The nature and origin of Argentine loess. *J. Sed. Petr.* 27: 322-332.
- Teruggi, M. E. y R. R. Andreis, 1963. Revisión de las zeolitas, con especial referencia a su importancia sedimentológica. *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, 18: 73-96.
- Teruggi, M. E. y R. R. Andreis, 1971. Composición, estabilidad mineral y acción climática en sedimentos argentinos. *Rev. Museo La Plata, Geol.*, 8, N° 58: 175-206.
- Teruggi, M. E.; M. C. Etchichury y J. R. Remiro, 1957. Estudio sedimentológico de las barrancas de la zona Mar del Plata-Miramar. *Rev. Museo Arg. Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, Cienc. Geol.*; IV: 167-250.
- Teruggi, M. E. y P. Imbellone, 1983. Perfiles de estabilidad mineral en suelos desarrollados sobre loess de la región Pampeana Septentrional, Argentina. *Ciencia del Suelo* 1: 65-74.
- Tucker, M. E., 1981. *Sedimentary Petrology*. Blackwell Scientific Publications. Oxford-London.