

CARACTERIZACION DE LA TEXTURA SUPERFICIAL DE GRANOS DE CUARZO EN SUELOS CON HORIZONTES TEXTURALMENTE CONTRASTADOS

M. T. Martín Patino, R. J. Ballesta, V. Cala y A. Alvarez

*Dpto. Química Agrícola, Geología y Geoquímica. Facultad de Ciencias.
Universidad Autónoma de Madrid. 28049 Madrid.*

RESUMEN

Las texturas superficiales de los granos de cuarzo han sido utilizadas como criterio diagnóstico de diversos ambientes sedimentarios.

Los resultados obtenidos sobre horizontes empobrecidos versus enriquecidos en arcilla, ponen de manifiesto que existen diferencias significativas en las características superficiales de los granos de cuarzo.

De este modo, este tipo de estudios puede ayudar a caracterizar los horizontes texturalmente contrastados de suelos y consecuentemente la génesis de los mismos.

Palabras clave: Textura superficial. Cuarzo. Edafogénesis.

SUMMARY

SUPERFICIAL TEXTURE CHARACTERIZATION OF QUARTZ GRAINS IN SOILS WITH TEXTURAL CONTRAST

Superficial textures of quartz grains have been used as diagnosis criterion for various depositional environments.

Results show that there are significative differences in the superficial characteristics of quartz grains in eluvial/iluvial horizons.

Therefore, this kind of study can help to characterize the texturally checked horizons of soils and, consequently, their genesis.

Key words: Superficial texture. Quartz. Pedogenesis.

INTRODUCCION

Aunque los granos de cuarzo pueden presentar una textura superficial con atributos diagnóstico de interés diverso, y a pesar de que han sido utilizados en algunos estudios edafogenéticos, puede decirse que todavía es una técnica relativamente

poco utilizada. Por el contrario este tipo de análisis se ha llevado a cabo más frecuentemente en estudios sedimentarios. No obstante existe controversia sobre la validez de la aplicación al MEB de los caracteres superficiales de los granos de

cuarzo para la interpretación de ambientes sedimentarios, Torcal *et al.* (1984).

En 1941 Krumbein utilizó el criterio de las aristas para caracterizar sedimentos. Krinsley y Doorkamp (1973) y Wilson (1980) han utilizado las texturas de los granos de cuarzo observados por MEB con el mismo fin. Recientemente Asadamu *et al.* (1987) muestran una caracterización detallada de granos de cuarzo en suelos arenosos de Australia. En España creemos que por primera vez Martín Patino *et al.* (1979) utilizaron esta técnica en este sentido. En 1984 Torcal *et al.* analizan sedimentos marinos, eólicos y fluviales y en particular un horizonte argílico de un paleosuelo rojo.

Es preciso tener en cuenta que normalmente sólo pueden analizarse algunos granos, pues se necesita mucho tiempo para su estudio. Por ello, y aún considerando que este análisis puede llevar a resultados similares al de otros muchos granos, es preciso tomar con precaución toda interpretación global.

La exoscopia de los granos de cuarzo se fundamenta en el estudio de los caracteres de origen variado que aparecen en su superficie, en los diversos ambientes naturales. Precisamente, la localización y la morfología de detalle de estos caracteres, y la presencia o ausencia de microformas superficiales, permiten orientar sobre la historia que han tenido los granos hasta llegar al lugar donde se encuentran (Culver *et al.*, 1983).

Las texturas superficiales pueden ser heredadas, o bien el resultado de la alteración física o química. Estas pueden imprimir diferencias sistemáticas en el tipo e intensidad de las condiciones ambientales. Por ello, Wilson (1980) las usó para identificar de donde provienen los materiales del suelo.

En el presente trabajo se utiliza la técnica del estudio de la superficie de los granos de cuarzo, al objeto de ayudar a discriminar caracteres distintivos entre horizontes eluviales/iluviales, en relación con su edafogénesis.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se centra en dos perfiles de suelos, cuyas características son descritas en la Tabla 1, y que difieren en cuanto a la posible existencia de discontinuidad litológica, ya que mientras que en uno de ellos, el P I ésta parece evidente, en el P II tal discontinuidad depende fundamentalmente del criterio utilizado para su evaluación.

Los granos de cuarzo se han extraído en el momento de la determinación de las distintas fracciones de

arenas, por lo que inicialmente se ha hecho uso de la técnica de análisis granulométrico. A continuación se efectuó la separación entre minerales ligeros y pesados, y finalmente se han observado con la lupa binocular, de forma aislada, estudiándose alrededor de 25 granos de cuarzo por muestra. Posteriormente, alrededor de 10 granos por muestra fueron estudiados al MEB, utilizando un microscopio electrónico de barrido Philips.

TABLA 1

Características generales y descripción macromorfológica de los perfiles.

| Perfil | LOCALIDAD Y COORDENADAS | ALTITUD (m) | POSICION GEOMORFOLOGICA | CLASIFICACION | HORIZONTES |
|--------|---|-------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---|
| I | Cobeña 3° 29' 44" 40° 32' 50" | 740 | Glacis-terraza (Sup. Paracuellos) | Xerochrept Thapto- -Palexerálfico | <p>Ap de 0 a 12 cm.</p> <p>AB_p de 12 a 52 cm.</p> <p>Ap₂ de 52 a 88 cm, pardo amarillento con cutanes espesos y límite brusco y plano a</p> <p>2E de 88 a 123 cm de débil estructura, sin cutanes. Límite brusco y plano a:</p> <p>3B₁ de 123 a 180 cm, color rojo con cutanes espesos y límite a:</p> <p>4C con 80% de cutanes redondeados.</p> |
| II | Cedillo del Condado 0° 12' 55" 40° 6' 20" | 620 | Sedimentos arcósicos en zona llana | Palexeralf típico | <p>Ap de 0 a 22 cm.</p> <p>E de 22 a 54 cm, moderadamente estructurado, sin cutanes y límite brusco y plano a:</p> <p>B₁ de 54 a 102 cm con estructura de carácter prismático, cutanes espesos y límite neto a:</p> <p>BC_k pardo claro y escasos cutanes.</p> |

La observación con lupa y al MEB se efectuó sobre la fracción 0.5-0.2 mm. La observación exoscópica se

llevó a cabo fundamentalmente sobre granos subangulares y brillantes en razón de su preponderancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

MOSFOSCOPIA

Los granos de cuarzo que se presentan en la mayoría de los suelos estudiados han sufrido un proceso de transporte, por lo que muestran diversas modificaciones en la textura superficial, en relación a su carácter original.

Siguiendo los criterios conjuntos de Krinsley y Margolis (1971) sobre la morfología superficial de los granos de cuarzo, y basándose en las trazas de la acción mecánica, hemos establecido la Tabla 2. Como puede observarse en general, predominan los granos subangulosos y brillantes. Aunque aparecen granos mate no pensamos que intervengan fenómenos eólicos en la génesis de estos suelos.

Por otra parte, los granos del perfil II, al ser de tipo subangulosos (tanto en el horizonte eluvial como en el iluvial), han tenido un transporte de menor selección que los del perfil I en donde se encuentran algunos redondeados. No podemos detectar mayor o menor aloción en base al mayor o menor cantidad de los mismos.

EXOSCOPIA

Exoscopia en los horizontes del perfil I

En el horizonte superior de carácter eluvial (2E), los rasgos morfológicos están marcados por presentar los granos aristas suavizadas. Las huellas de acción mecánica son muy

TABLA 2

Morfoscopia de los granos de cuarzo estudiados.

| PERFIL | HORIZONTE | ANGULOSOS | REDONDEADOS | SUBANGULOSOS |
|--------|-----------------|-----------|-------------|------------------|
| I | 2E | xxB | xO / /xM | xxB |
| | 3B _t | xB | xO | xM / /xxB |
| II | E | | | xxO / /xM / /xxB |
| | B _t | | | xO / /xM / /xxB |

LEYENDA

- | | |
|--------------------|---------------|
| x Frecuente | B Brillantes. |
| xx Abundante. | O Opacos. |
| xxx Muy Abundante. | M Mates. |

abundantes, tal es el caso de fracturas concoidales, cúpulas de choque, que si bien no son muy intensas, superan las de tipo V, que por otro lado, también están presentes. Frecuentemente se produce yuxtaposición de marcas de choque. Las cúpulas de choque atestiguan el arranque de una parte de grano. Los caracteres de origen químico son visibles, apareciendo fenómenos de disolución de tipo etching y pitting. Esta acción química se produce también sobre cristales idiomorfos de recrecimiento o bien sobre capas amorfizadas.

En un orden cronológico, inicialmente aparecen signos de alteración física, probablemente originados al destruirse la roca madre. Luego aparecen fenómenos de disolución y precipitación de sílice que suavizan los rasgos anteriores. Estos, a su vez, presentan signos de choque.

En el caso del horizonte inferior de carácter iluvial ($3B_t$) las formas son más subangulares y las fracturas concoidales son muy frecuentes, observándose figuras de frotamiento. Pero los caracteres más distintivos son los efectos químicos de disolución y fundamentalmente de precipitación, los cuales tienden a suavizar las aristas y vértices. Inicialmente aparecen también cristales idiomorfos de neoformación.

En consecuencia, a ambos horizontes se les puede atribuir, en principio, una desintegración por acción torrencial, posteriormente un arrastre subacuático de tipo fluvial, dado que han sufrido una acción mecánica más o menos intensa, como manifiestan las trazas de choque. La diferencia entre

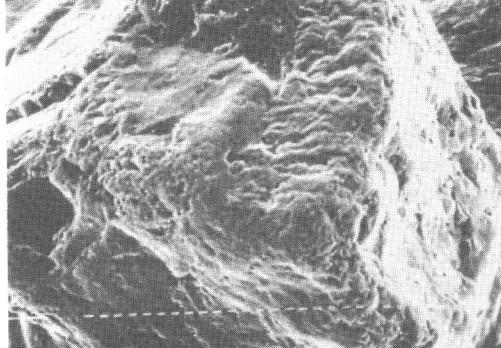
ambos horizontes estriba en que si bien es visible una alteración química con fenómenos de precipitación, tanto en el horizonte eluvial como en el iluvial, estos procesos son mucho más abundantes en este último.

Los detalles de estos rasgos se pueden observar en las láminas 1 y 2.

Exoscopia en los horizontes del perfil II

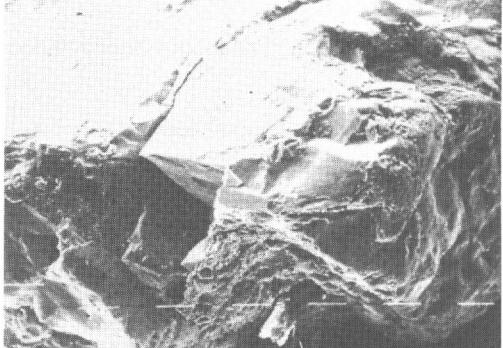
En el caso del horizonte eluvial (E) se observan efectos de la acción mecánica, con fracturas tectónicas, estrías en escalera, fracturas concoidales y cúpulas de choque, indicando un arrastre acuático torrencial. Las capas de sílice amorfa, (características según Barbaroux *et al.* (1972) de movilidad), en estos casos, aparecen en la zona de transición situada entre la sílice cristalina y la zona de disolución, debida a imperfecciones cristalinas. Las figuras de disolución son muy marcadas. Por otra parte es muy significativo la aparición de microcristales (que han crecido tras la precipitación), que presentan ligeras marcas mecánicas. En nuestro criterio, esto indicaría que han sufrido cierto arrastre antes de depositarse para formar el horizonte. Dicho arrastre puede corresponder simplemente a una redistribución local del material edáfico de este horizonte.

En el horizonte inferior (B_t) aparecen también huellas de choque mecánico. Asimismo, aparecen escasas figuras atribuibles a efectos glaciares generados lógicamente muy distantes del lugar actual (Sistema Central). Son frecuentes las capas de sílice precipitada sobre el cristal, conllevaron una suavización de los bordes mecánicos: generalmente



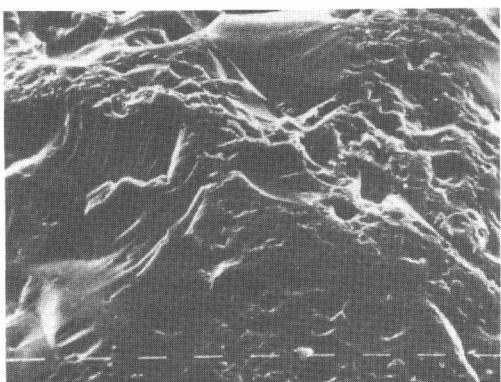
a

x 160



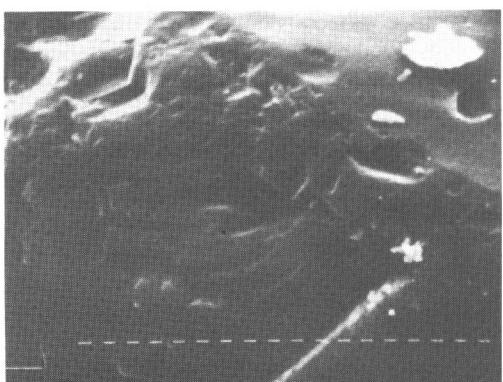
b

x 80



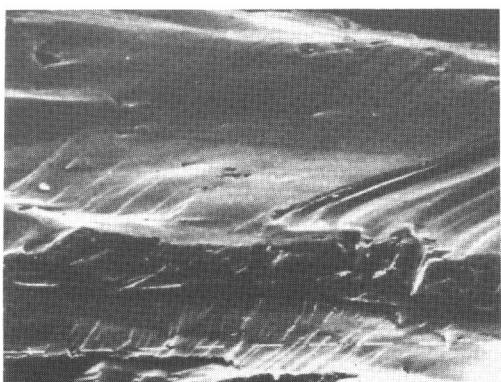
c

x 640



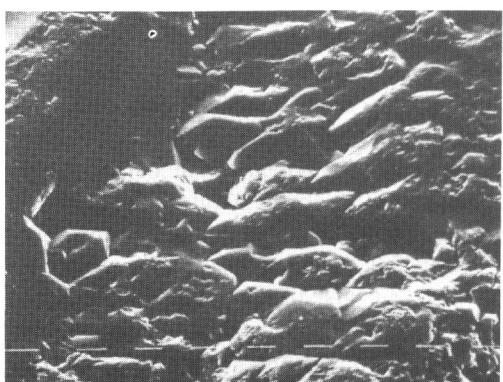
d

x 1250



e

x 640

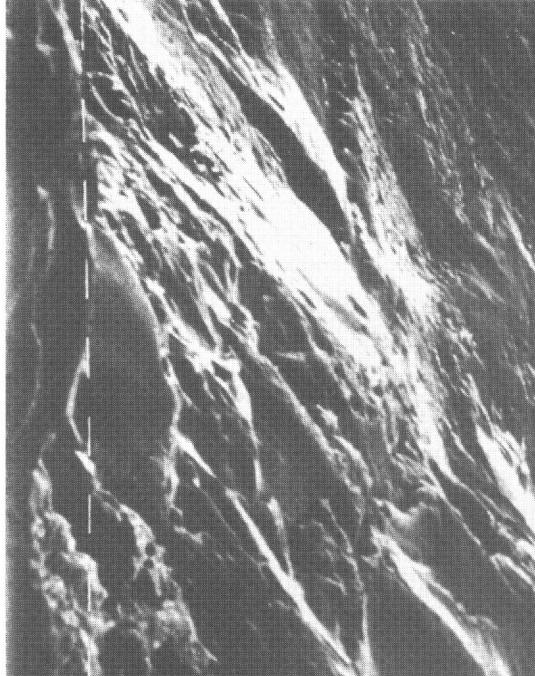


f

x 640

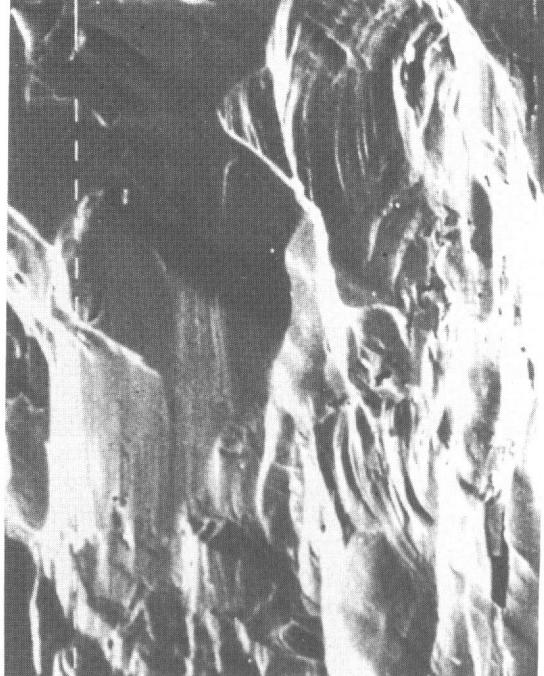
LAMINA (1) PERFIL (I) (Horizonte E)

a. Grano redondeado característico. Presenta recubrimiento de películas silíceas y crecimiento cristalino. b. Forma angulosa de los granos de tipo no usado con fractura conoidal. c. Detalle de grano de aristas suaves, con huellas de fractura concoidal antiguas, cuyos bordes han sido suavizados, lo que le confiere carácter redondeado. Estas huellas pueden indicar el inicio de la alteración física por acción del hielo, pero más probablemente señalen un arrastre torrencial, como ponen de manifiesto pequeñas cúpulas de choque. Además se observan marcas mecánicas claras en forma de V indicando un arrastre subacuático posterior. Aspecto picoteado por yuxtaposición de marcas de choque. d. Detalle de las huellas mecánicas del anterior y de las formas de tipo V. Aparecen algunas partículas adheridas. e. Suavización de las fracturas concoidales iniciales, antiguas, debido a una capa de sílice que la recubre de precipitación rápida. Sobre esta capa amorfa, se observan algunas figuras de disolución del tipo etching y pitting. El contacto entre el grano de cuarzo y la película amorificada es visible. f. Detalle de la anterior en la que puede observarse cristales idiomorfos, romboides y prismáticos, con un arrastre posterior, como lo demuestran los caracteres mecanicos sobre ellos, así como marcas de disolución muy intensas. Hay caras superficiales protegidas, sin apenas huellas.



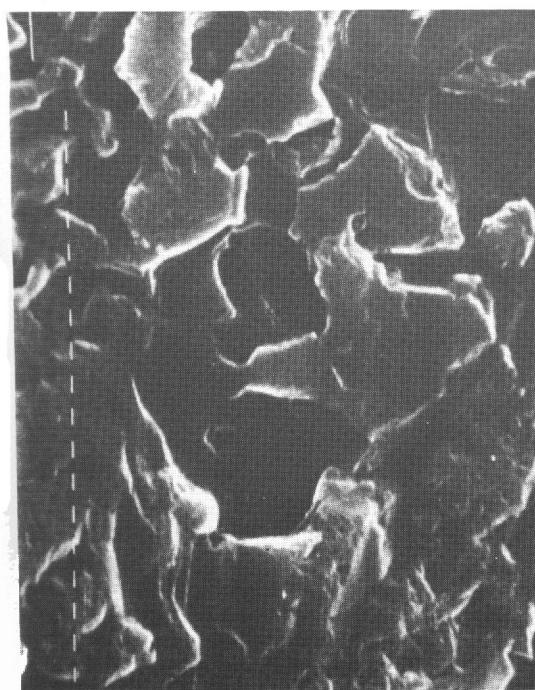
a

x 320



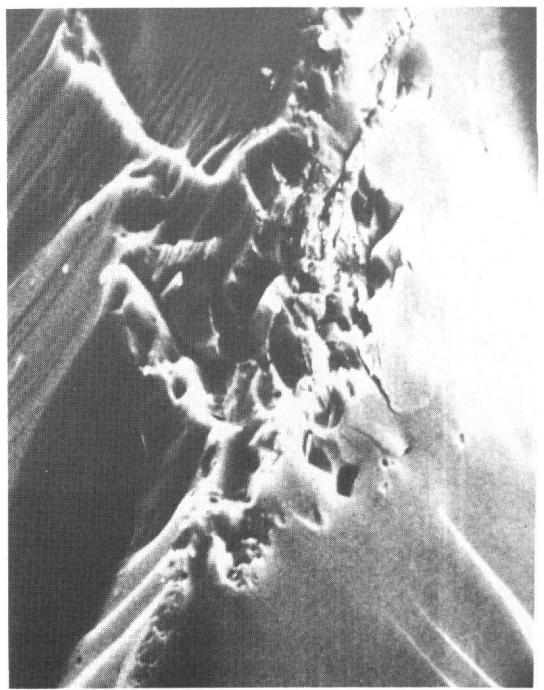
b

x 640



c

x 640



d

x 2500

LAMINA (2) PERFIL (I) (Horizonte 3B_t)

a. *Formas típicas de disolución. Capa de sílice amorfa. Las figuras de disolución aparecen sobre el borde de una superficie protegida.* b. *Fractura concoidal con signos de disolución. También aparecen marcas de choque, disolución y figuras de frotamiento.* c. *Figuras de fenómenos de descamación superficial típica de procesos de disolución.* d. *Coladas síliceas de precipitación. Sobreimpuestos a estas capas existen figuras de disolución. Estos fenómenos son muy acusados en relación a I E.*

sobreimpuestos a éstos aparecen escasas figuras de disolución. Pero sobre todo, se puede destacar que los microcristales similares a los del horizonte superior no presentan efectos erosivos. Las películas de acumulación de sílice, si bien son un edificio poco estable, aparecen frecuentemente como flores de sílice, representando uno de los mejores criterios de evaluación edafogenética en este horizonte iluvial.

Estos hechos marcan una diferencia entre ambos horizontes, de tal manera que en el horizonte superior predominan fenómenos de disolución, mientras que en el inferior predomina la precipitación. En este sentido, podemos considerar este criterio útil respecto del origen edafogenético.

Detalles de estos rasgos pueden observarse en las láminas 3, 4 y 5.

Contrastando los resultados obtenidos en ambos perfiles, y al objeto de una mejor comprensión de la génesis de horizontes eluviales y sus iluviales correspondientes, se puede

indicar que, existen rasgos comunes a ambos tipos de horizontes, como pueden ser algunas huellas de acción mecánica y los fenómenos de disolución y precipitación. Sin embargo, en unos casos parece que prevalecen, o son más intensos, los fenómenos químicos de disolución y precipitación (horizontes iluviales). Mientras que en otros casos es en los horizontes eluviales donde prevalece la disolución a la precipitación (inversamente a los horizontes iluviales).

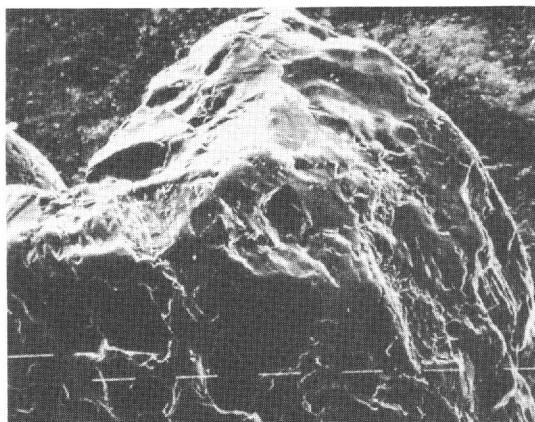
En resumen, la hipótesis de una aloctonía total, de tal manera que entre los horizontes de pérdida y ganancia de arcilla, exista una clara discontinuidad, no parece probable.

Existen otros rasgos particulares interesantes, como es la aparición de microcristales con ligeras marcas mecánicas en algún horizonte eluvial, por lo que no es sorprendente pensar en un transporte a corta distancia de estos horizontes superiores, dado además que son suelos sometidos a un régimen mediterráneo.

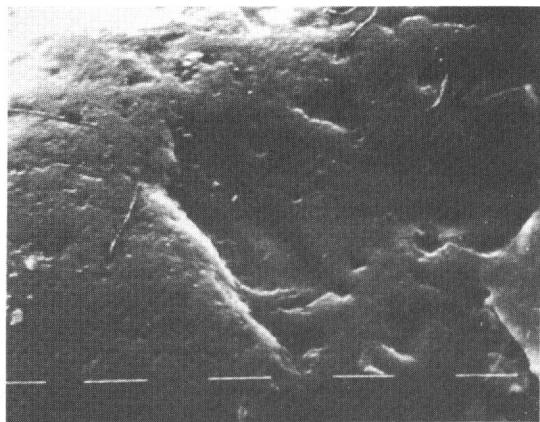
CONCLUSIONES

El examen al Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) de los granos de cuarzo en dos suelos texturalmente contrastados indica que, aunque tanto en los horizontes eluviales e iluviales aparecen rasgos comunes de alteración física así como de fenómenos de disolución y precipitación, existen diferencias suficientemente marcadas entre ambos. En efecto, los caracteres de origen físico, bien originales o bien producidos por el transporte, (como son la presencia de cúpulas de cho-

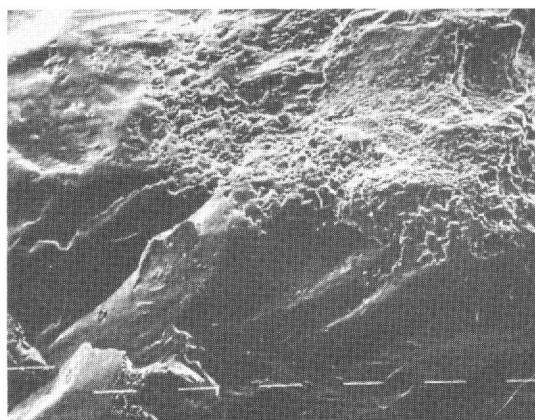
que, fracturas concoidales, figuras de frotamiento, etc.), son más intensos en los horizontes iluviales que en los eluviales. Pero además, los efectos de disolución y precipitación, especialmente la acumulación de sílice, son mucho más visibles y desarrollados en aquellos que en estos últimos. Otros rasgos, como son por ejemplo, los microcristales de neoformación, con marcas mecánicas, inducen a pensar que existe cierto grado de aloctonía, probablemente de carácter local.



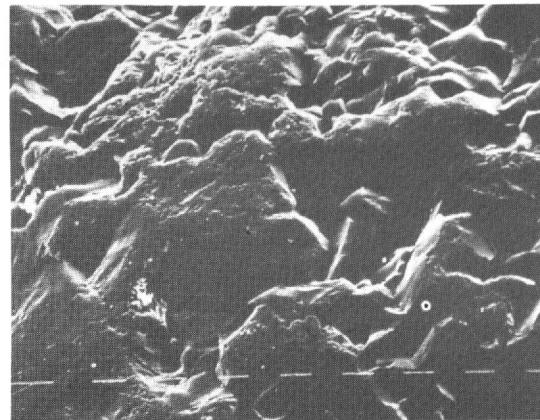
a x 80



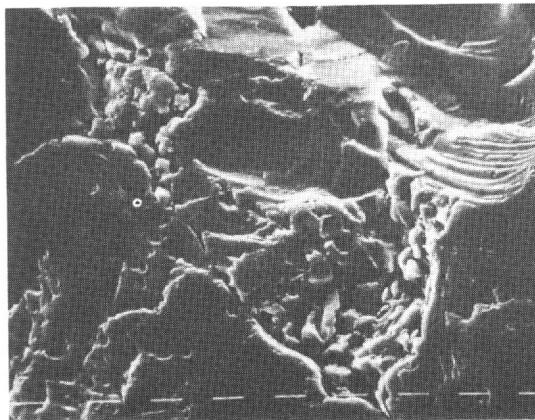
b x 80



c x 80



d x 640



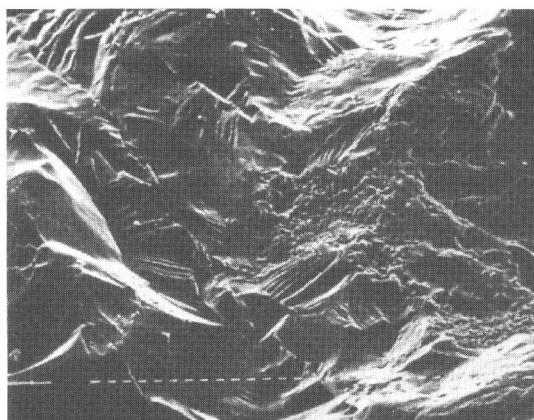
e x 640



f x 640

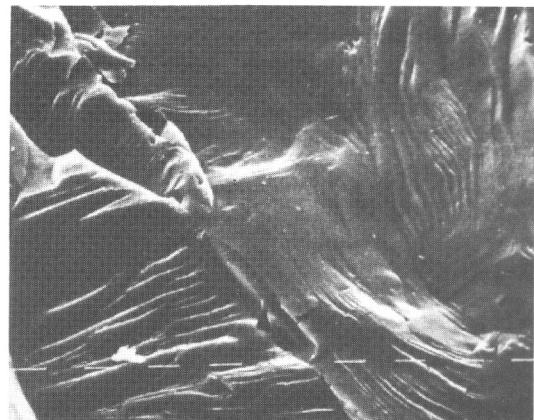
LAMINA (3) PERFIL II (Horizonte E)

a. Grano de morfología subangular, con marcados efectos de disolución. b. Formas en V de acción mecánica por arrastre subacuático de baja energía. c. Efecto de disolución y precipitación en el ángulo superior derecho debido a la acción química. d. Detalle de la anterior. En las partes altas más redondeadas, centro de fotografía, se aprecian caracteres de acción mecánica, episodios anteriores, debido a un arrastre subacuático de baja energía. e. Fractura tectónica con fracturas concoidales irregulares. Figuras de disolución muy marcadas en la parte inferior izquierda. También se observan rasgos de descamación. f. Caras de exfoliación semiparalelas suavizadas por la posterior deposición de sílice.



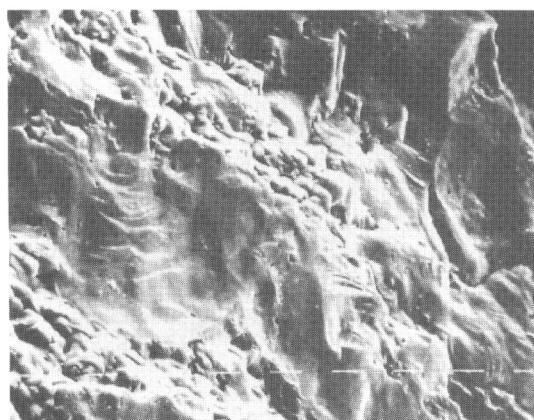
a

x 160



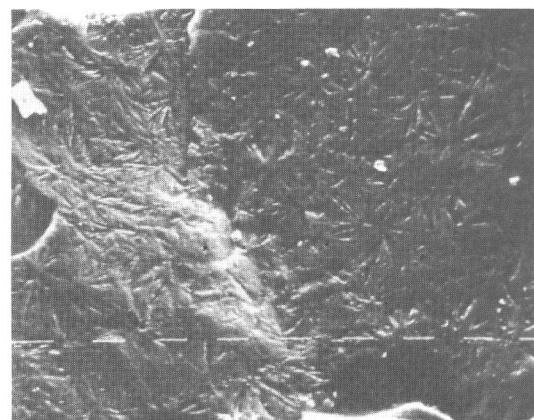
b

x 640



c

x 640



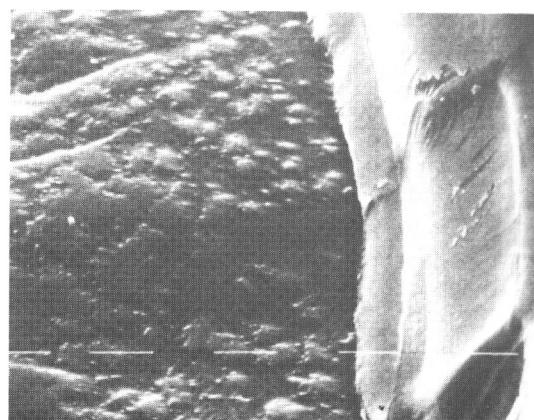
d

x 640



e

x 2500

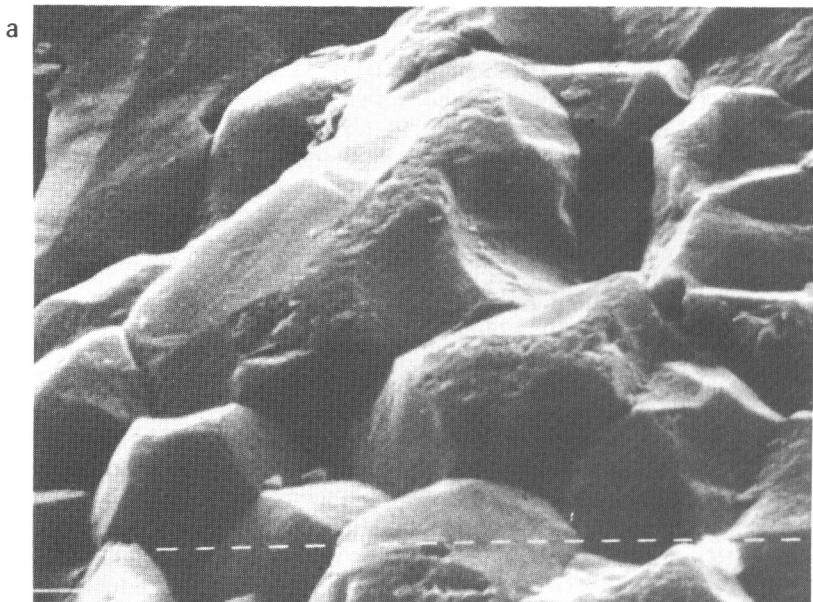


f

x 1250

LAMINA (4) PERFIL II (Horizonte B_t).

a. Grano angular en el que predominan las fracturas concoidales y figuras de cizallamiento debidas a una fuerte acción mecánica y sin un transporte largo (parte izquierda de la fotografía). Algunas figuras de disolución en la parte izquierda y abundante precipitación de sílice sobre la depresión de la parte derecha de la fotografía, que lleva al crecimiento de nuevos cristales. b. Detalle de la fotografía anterior. c. Trazas de precipitación de sílice conllevo suavización de los efectos mecánicos del grano soporte y neoformación de cristales sobre el mismo. d. Figura de trituración atribuible a un origen glaciar (según criterios de Le Ribault, en 1977). e. Detalle de la fotografía anterior. f. Formación de flores de sílice en depresiones profundas, consecuencia de la precipitación.



x 2500



x 5000

LAMINA 5

a. Microcristales idiomorfos de neoformación con marcas mecánicas sobre las superficies prominentes de choque. En nuestra opinión podría indicar un arrastre previo a la formación del horizonte en el perfil. Corresponde a la muestra del Perfil II. Horizonte E.

b. Microcristales idiomorfos de neoformación en la muestra II (B₁), no observándose las huellas que hemos citado sobre los similares de la anterior muestra.

BIBLIOGRAFIA

- ASADAMU, K., GILKES, R. J., CHURCHWARD, H. M. and ARMITAGE, T. M., 1987. Detailed characterization of quartz grains in two sandy soils. Western Australia. *Geoderma*, 40: 29-47.
- BARBAROX, L., BOUSQUET, B., BROSSE, R., NOBREGA, P. and JOVIC, P., 1972. Examen au microscope électronique à balayage de grains de sable de diverses origines. Essai de typologie, signification environnementale. Extraits du Bulletin du BRGM 4: 4-31.
- CULVER, S., BULL, P., CAMPBELL, S., SHAKESBYR, R. and WHALLEY, W., 1983. Environmental discrimination based on quartz grain surface textures; a statistical investigation. *Sedimentology*, 30: 129-136.
- KRINSLEY, D. and MARGOLIS, S., 1971. Quartz sand grain surface textures. In: *Procedures in Sedimentary Petrology*. Ed. Carver. John Wiley and Sons. New York.
- KRUMBEIN, W. C., 1941. Measurement and geological significance and roundness of sedimentary particles. *J. Sediment. Petrolg.*, 11: 64-72.
- LE RIBAULT, L., 1977. L'Exoscopie des quartz. Techniques et méthodes sédimentologiques. Masson (Ed.). New York.
- MARTIN PATINO, M. T., CASAS, J. and MEDINA, J. A., 1979. Estudio de la textura superficial de granos de cuarzo procedentes de granito por medio del microscopio electrónico de barrido. *An. Edafol. Agrobiol.*, 38: 2047-2054.
- TORCAL, L., ZAZO, C. y MARFIL, R., 1984. Estudio al MEB de las texturas superficiales de los granos de cuarzo y su aplicación a la interpretación de medios actuales y subactuales. *Estudios Geol.*, 40: 315-339.
- WILSON, P., 1980. Surface textures on regolith from the South Pennines. *Geol. J.*, 15: 113-129.

Recibido: 4-6-90.

Aceptado: 18-12-91.