

Modelo alternativo para el desarrollo de calcretas: Un ejemplo del Plio-Cuaternario de la cuenca de Madrid

An alternative model for calcrete development: evidence from the Plio-Quaternary, Madrid basin

M.E. Sanz Montero (*) y V.P. Wright (**)

(*) Dpto. Petrología y Geoquímica, Fac. CC. Geológicas, Univ. Complutense, 28040 Madrid.

(**) Postgraduate Research Institute for Sedimentology, University of Reading, Whiteknights, Reading RG6 2AB, UK.

ABSTRACT

Plio-Quaternary calcrete profiles from the Mesa de Ocaña, South of Madrid Basin, have developed by vertical accretionary processes and differ from the classical model of calcrete development based on studies in the United States and Australia. The profiles have laminar or chalky horizons, with the former reaching thicknesses of 2 m. Unlike previously described types, these laminar forms did not develop on hardpan horizons but appear to have formed as thin indurated layers within the soil. Internally the laminar horizons exhibit complex textures which may reflect polyphase histories of multiple climatic changes and landscape instability. This style of calcrete formation, while differing from that seen in the classical model, may be more widespread than has been appreciated and is similar to that seen in the tepetate soils of Mexico.

Key words: laminar calcretes, accretionary model, textural complexity, polyphase history, Madrid basin.

Geogaceta, 16 (1994), 106-109

ISSN: 0213683X

Introducción

El desarrollo de calcretas en suelos es un proceso ampliamente extendido tanto en la actualidad como en series continentales antiguas (ver revisión bibliográfica en Tucker y Wright, 1990, y Wright, 1991). Las calcretas han sido objeto de numerosos estudios en los Estados Unidos a partir de los cuales se ha establecido un modelo genético que postula la formación de horizontes endurecidos mediante acumulación progresiva de carbonato en el suelo (Fig. 1). El modelo al que se hace referencia fue propuesto inicialmente por Gile *et al.*, (1966) y modificado por Machette (1985). El modelo de estos autores ha sido aplicado con resultados satisfactorios a calcretas de diversas partes del mundo, tal es el caso de Suráfrica (Netterberg, 1980) o de Australia (Arakel, 1982). Asimismo, dicho modelo se adecua, en términos generales, a la formación de calcretas tanto en sustratos carbonáticos como no carbonáticos (Wright y Tucker, 1991). Sin embargo, las calcretas laminares presentes en los tramos más altos del Plioceno de la Mesa de Ocaña, no se pueden explicar de una forma coherente aplicando los procesos genéticos sugeridos por Gile *et al.*, (1966) y Machette (1985). De este modo, pro-

ponemos un modelo alternativo de formación de calcretas mediante procesos de acreción vertical de carbonatos que no conlleva, como ocurre en el modelo clásico, la formación de horizontes endurecidos, petrocálcicos o «hardpan» impermeables. Se debe precisar, en este sentido, que los perfiles de calcreta de la Mesa de Ocaña no constituyen un hecho aislado ya que muestran muchas analogías con algunos de los microhorizontes de carbonato que se encuentran en los suelos mejicanos denominados «tepetate» (Fedoroff *et al.*, 1994)

El objetivo de este trabajo se centra en la descripción de los perfiles de calcretas laminares de la Mesa de Ocaña y del nuevo modelo propuesto para la formación de calcretas. Por otro lado, se destaca que dichas calcretas muestran frecuentes cambios texturales a escala milimétrica que son reflejo de una evolución polifásica y, por tanto, pueden indicar cambios ambientales durante su formación.

Contexto geológico

El registro plioceno de la Mesa de Ocaña y áreas adyacentes, sector sur de la Cuenca de Madrid, (Fig. 2) está representado por dos Unidades Litoestratigráficas. De base a techo, éstas son la

Unidad Detrítica Pliocena y la Unidad de Calcretas Laminares (Sanz *et al.*, 1992).

La primera de ellas es una unidad de origen fluvial que se dispone sobre las calizas plegadas y karstificadas correspondientes a la Unidad Superior del Mioceno. Dentro de la zona esta Unidad se distribuye en dos franjas localizadas en el N, a lo largo del Valle del Río Tajo, y por el E, en el límite de la zona de estudio (Fig. 2). Se compone fundamentalmente de lutitas rojas con intercalaciones de detríticos más gruesos.

La Unidad de Calcretas laminares se extiende uniformemente por todo el área y se apoya en la Unidad Detrítica

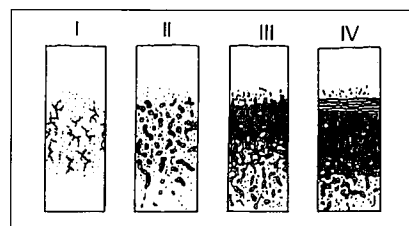


Fig. 1.— Secuencia morfogenética de formación de horizontes carbonáticos en materiales finos, según Gile *et al.*, (1966)

Fig. 1.— Stages in the morphogenetic sequence of carbonate horizon formation in nongravelly materials proposed by Gile *et al.*, (1966).

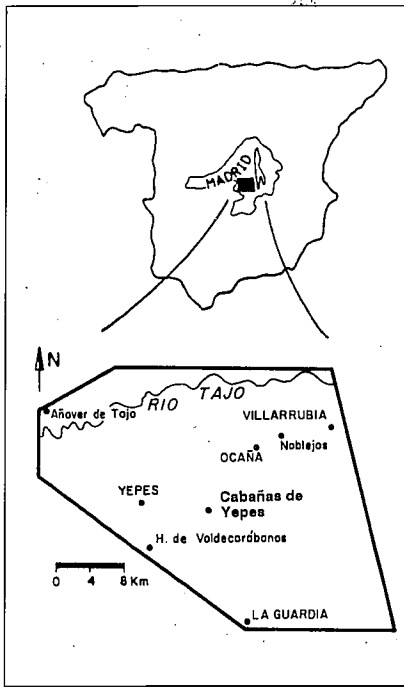


Fig. 2.— Situación geográfica del área de estudio.

Fig. 2.— Geographic location of the studied area.

Pliocena o directamente sobre las calizas de la Unidad Superior del Mioceno, en aquellos puntos donde no hay sedimentos detríticos. La Unidad muestra espesores comprendidos entre 1 y 5 m y generalmente consta de un único nivel de calcretas laminares pero en ocasiones aparecen dos niveles de calcretas separados por un tramo lutítico de espesor variable. De modo tentativo, se atribuye a esta Unidad la edad de 2,5 M.a. (Pérez González, 1982). De acuerdo con esta cronoestratigrafía, la Unidad de Calcretas Laminares registra el tránsito Plioceno-Cuaternario en el área de estudio.

Descripción del perfil tipo de calcreta

Como perfil representativo de la Unidad de Calcretas Laminares se ha seleccionado un perfil compuesto por dos niveles de calcretas, que aflora en la población de Cabañas de Yepes. En esta localidad la Unidad de Calcretas se apoya sobre lutitas con rizolitos calcáreos, pertenecientes a la Unidad Detrítica Pliocena, que se encuentran acumuladas en un sinclinal de calizas de la Unidad Superior del Mioceno (Fig. 3).

El primer nivel de calcreta presenta a base un nivel calcáreo de textura pulverulenta que mide escasos centímetros, este material pasa gradualmente en la vertical a la calcreta laminar que está

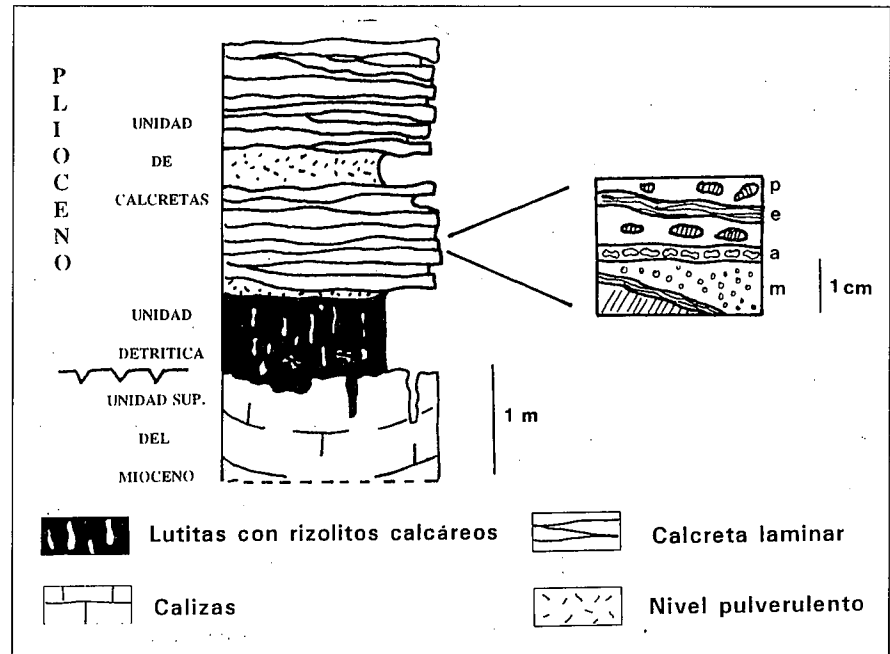


Fig. 3.— Perfil de Cabañas de Yepes en el que se representan los rasgos estructurales y texturales de las calcretas. Leyenda de texturas: m, porosa, a, alveolar, p, peloidal, e, esferulítica, l, lutítica.

Fig. 3.— Structural and textural features of calcretas in the Cabañas de Yepes profile. Legend of textures: m, porous, a, alveolar, p, peloids, e, microspherulitic, l, silty.

formada por un conjunto de láminas alabeadas dispuestas subhorizontalmente. Las láminas raramente exceden los 10 cm de espesor y tienen una extensión lateral que varía entre varios decímetros y algunos metros. A su vez, cada una de estas láminas muestra internamente una estructura laminar, de orden milimétrico, que está originada por una alternancia vertical de distintas texturas calcíticas (Figs. 3 y 4).

Los mismos rasgos se repiten en el segundo nivel de calcreta laminar, entre ambos se interpone un material de textura pulverulenta de características similares a las del nivel basal (Fig. 3).

Entre las distintas texturas de carbonato que alternan a lo largo de los niveles de calcreta se pueden destacar las siguientes: pulverulenta (u), lutítica (l), peloidal (p), micrítica (i), porosa (m), esferulítica (e) y alveolar (a). En las figuras 3 y 4 se ilustran algunas de estas texturas.

La *textura pulverulenta* se dispone en la base de los niveles de calcreta y está constituida por un entramado de cristales aciculares de calcita que se organizan en torno a huecos de raíces. Esta textura ha sido descrita frecuentemente en calcretas y se interpreta de dos modos diferentes, calcitización microbiana (Phillips y Self, 1988) o precipitación físico-química (James, 1972).

La *textura lutítica* está compuesta por lutitas muy calcitizadas que aparecen como masas centimétricas dispersas de morfología irregular. Representan restos del suelo.

La *textura peloidal* consta de peloides milimétricos con un grado moderado de redondez y selección. Su composición es igual que la anterior.

La *textura micrítica* consiste en un mosaico de cristales subeuhedrales de micrita.

La *textura porosa* está formada por micrita con textura grumosa que presenta poros dispersos de raíces, con 2 mm de diámetro medio.

La *textura microsferulítica* tiene como componentes más destacados a cristales fibrosoriales de calcita de morfología subsférica. Estos cristales, de 40 μ de diámetro medio, se agrupan formando domos o se alinean en hileras horizontales.

Por último, la *textura alveolar* consta de un conjunto de poros arriñonados, rodeados por micrita laminada, que se disponen en bandas milimétricas. Esta textura ha sido interpretada como velos de raíces calcitizados (Wright *et al.*, 1988). Las texturas alveolar y microsferulítica son las más densas y compactas del conjunto, lo cual se manifiesta en resaltes positivos dentro de los afloramientos de la calcreta.

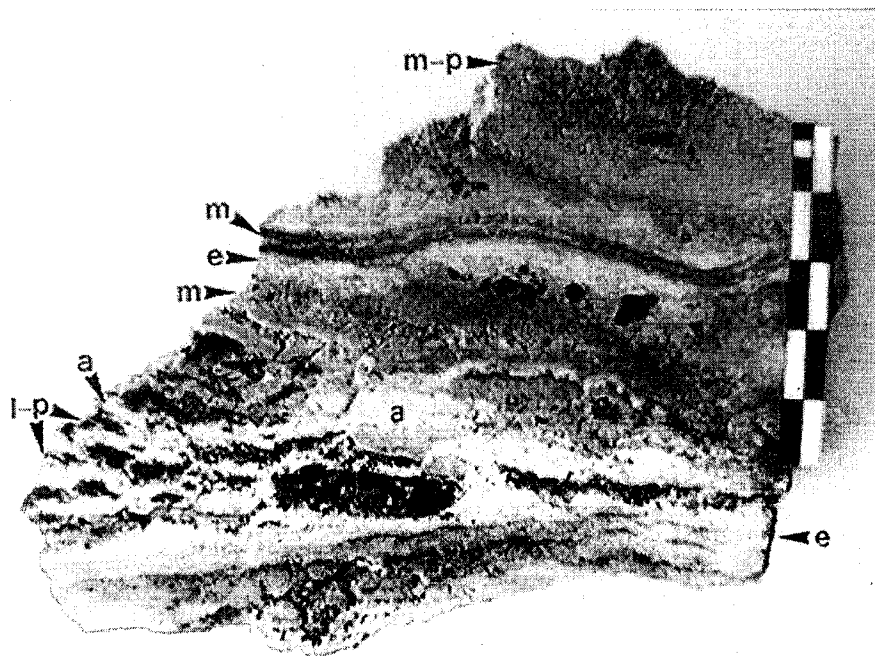
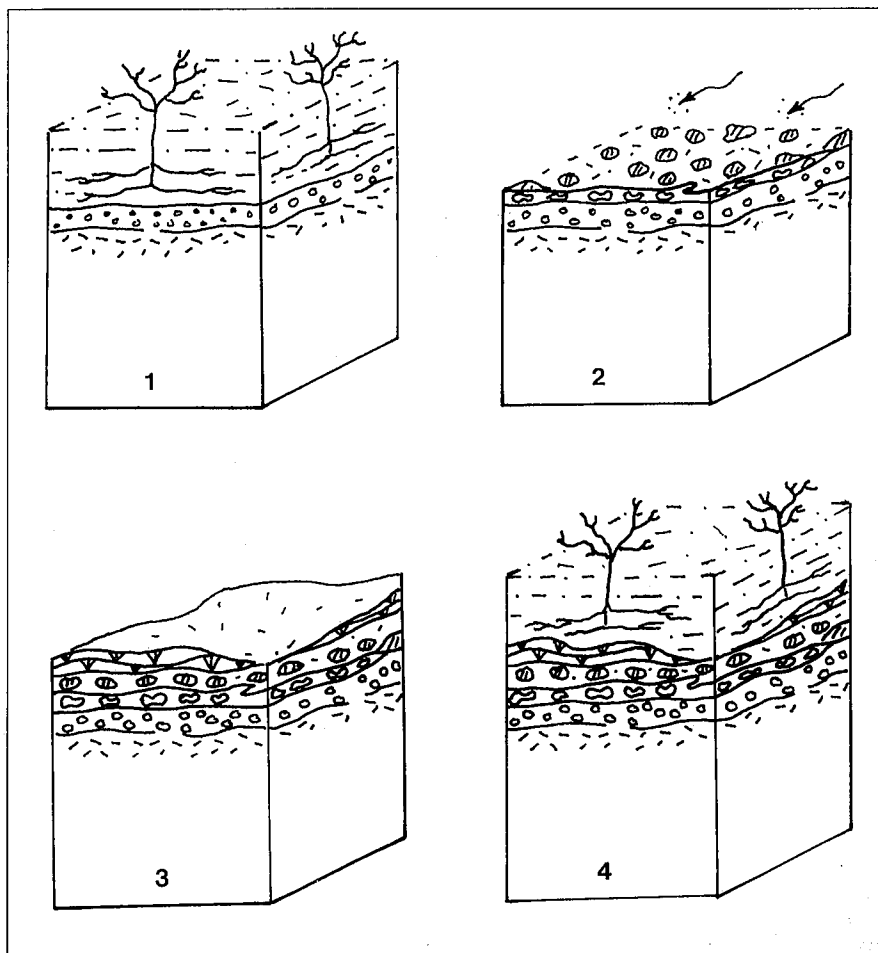


Fig.4.— Muestra de mano de la calcreta laminar donde se observa su complejidad textural. Leyenda como en Fig. 3. Escala en centímetros.

Fig. 4.— Hand sample showing the textural complexity of the laminar calcrete. Legend as Fig. 3. Scale in centimetres.



La mayor parte de estas texturas (pulverulenta, alveolar, micrítica y esferulítica) se encuentran representadas en los microhorizontes de los tepetates mexicanos (Fedoroff *et al.*, 1994).

Interpretación de las calcretas

La estructura laminar de las calcretas y sus variaciones texturales sugieren un modelo de formación, según el cual, el crecimiento de la calcreta se produce por un proceso de acreción vertical de capas de carbonato cálcico dentro del suelo (Fig. 5).

En cada una de estas capas queda expresado mediante una textura distintiva el microambiente que imperaba en el suelo en el momento de su formación. Así, por ejemplo, la presencia de velos de raíces indica episodios de calcificación relacionados con los sistemas radiculares que los vegetales despliegan horizontalmente en el suelo (Fig. 5.1). Estas condiciones son diferentes de las que sugieren las texturas peloidales, los peloides se formarían por erosión y transporte eólico de materiales lutíticos en la superficie del suelo (Fig. 5.2). También en la superficie del suelo se desarrollan las texturas esferulíticas mediante procesos de calcificación microbiana (Verrechia *et al.*, 1991) (Fig. 5.3).

Si es correcto aplicar aquí el modelo de acreción polifásica propuesto para los suelos tepetate (Fedoroff *et al.*, 1994), las variaciones texturales indicarían que el perfil ha experimentado un gran número de episodios diferentes de calcificación relacionada con raíces, exposición, calcificación microbiana y erosión-sedimentación (Fig. 5.4). En nuestro caso no tenemos la certeza de que cada variación textural se corresponda con un cambio de las condiciones

Fig. 5.— Modelo propuesto para la formación de calcretas donde se esquematizan diferentes episodios de acreción, relacionados con calcificación asociada a raíces (1), erosión-sedimentación (2), calcificación microbiana (3), y la complejidad textural resultante (4).

Fig. 5.— Proposed model for the calcrete development. Some accretionary stages are sketched: root related calcification (1), erosion and redeposition (2), microbial related calcification (3). Stage (4) represents the textural complexity resulting from these processes.

paleoambientales, no obstante, coincidimos con Fedoroff *et al.* (1994) en la necesidad de revisar la historia polifásica que se encierra en las calcretas con rasgos similares a éstas y las posibles connotaciones paleoambientales que de esta historia se derivan.

A pesar de que no se comprende plenamente el origen de todos los cambios texturales reconocidos en las calcretas pliocenas, es patente que éstas se han formado por procesos diferentes a los reflejados en el modelo clásico de Gile *et al.*, (1966) (Fig. 1) y semejantes, no obstante, a los tepetates. La conclusión que se extrae de todo ello es que el modelo acrecional puede aplicarse en distintas situaciones y tiene validez en el desarrollo de calcretas potentes como las de la Mesa de Ocaña.

Agradecimientos

Agradecemos la ayuda prestada en la elaboración de este trabajo a los Dres. J.P. Calvo, A.M. Alonso Zarza y a J.P. Rodríguez Aranda. Este trabajo se ha financiado parcialmente por una beca de estancias breves en el extranjero de la C.A.M.

Referencias

- Arakel, A.V. (1982): *J. Sedim. Petrol.*, 52,109-125.
- Fedoroff, N., Courty, M.A., Lacroix, E. y Oleschko, K. (1994): *15th Inter. Congr. Soil Sci.*
- Gile, L.H., Petersen, F.F. y Grossman, R.B. (1966): *Soil Sci.*, 101,347-360.
- James, N.P. (1972): *J. Sedim. Petrol.*, 42,817-836.
- Machette, M.N. (1985): *Geol. Soc. Am. Spec. Pap.*, 203,1-21.
- Netterberg, F. (1980): *Trans. Geol. Soc. S. Afr.*, 83, 255-283.
- Philips, S.E. y Self, P.G. (1988): *Aust. J. Soil Res.*, 25,429-444.
- Pérez González, A. (1982): *Tesis Doctoral*, UCM, 787 pp.
- Sanz Montero, M.E. Calvo, J.P. y Ordóñez, S. (1992): *III Cong. Geol. España*, Actas, T.I, 212-216.
- Tucker, M.E. y Wright, V.P. (1990): *Carbonate Sedimentology*, Blackwell Sci. Publ., 482 pp.
- Verrecchia, E.P., Ribier, J., Patillon, M. y Rolko, K.E. (1991): *Naturwissenschaften*, 78,505-507.
- Wright, V.P., Platt, N.H. y Wimbledon, W.A. (1988): *Sedimentology*, 35, 603-620.
- Wright, V.P (1991): *Reprint Series Vol. 2. Int. Ass. Sediment.*, 1-22.