

PERMANENCIA DE AMBIENTES EDAFOGENÉTICOS DE RANGO MEDITERRÁNEO EN LA EVOLUCIÓN PLEISTOCENA DEL PARAMO DE MADRID

R. GARCÍA GIMÉNEZ ⁽¹⁾, J. A. GONZÁLEZ MARTÍN ⁽²⁾ y R. JIMÉNEZ BALLESTA ⁽¹⁾

(1) Drº Química Agrícola, Geología y Geoquímica. Un. Autónoma Madrid

(2) Drº Geografía Física. Un. Autónoma Madrid

Abstract: Within the geomorphological context of limestone plateau of Madrid region, a sequence of six red paleosoils has been detected, which is a magnificent attest of evolution of soils during the Pleistocene. These paleosoils consist of red argillic horizons whose thickness vary (between 70 and 150 cm) and can be found packed between calcic and/or petrocalcic horizons.

It all seems to indicate that the pedogenesis of this sequence is produced in a morphogenetical context in which biostase (paleoclimatic stability) and resistase periods alternate, although under a Mediterranean-type prolonged axis.

Key word: red paleosoils, limestones plateau, mediterranean climate, pleistocene.

Resumen: Sobre la superficie culminante, que arrasó durante el Plioceno el páramo calizo de Madrid, se ha detectado una secuencia de 6 paleosuelos rojos que constituye un magnífico testimonio de la evolución pleistocena que ha acontecido en este sector. Los paleosuelos están formados por horizontes argílicos rojos que ofrecen un espesor variable (entre 70-150 cm); a su vez, se encuentran empaquetados entre horizontes cálcicos y/o petrocálcicos. Esta compleja secuencia se ha generado en un marco alternante de periodos biotásticos y rexitásticos dispuestos en torno a un prolongado periodo con condiciones paleoclimáticas de rango mediterráneo.

Palabras clave: paleosuelos rojos, páramo calizo, clima mediterráneo, pleistoceno.

INTRODUCCIÓN

La investigación de los paleosuelos con fines diversos, especialmente para obtener información sobre los paleoclimas en los que se han formado, la evolución de los paisajes ó para correlación estratigráfica, es cada vez más frecuente (Retallack, 1981). Muchos de estos suelos son rojos y han sido considerados relictos o paleosuelos (Guerra, 1971), debido por una

parte a su distribución en forma de parches, dentro del paisaje mediterráneo; por otra por presentar frecuentemente perfiles truncados.

En la región central española existen numerosas y extensas superficies planas alojadas en el techo de los páramos, constituyendo uno de los paisajes tabulares más representativos del relieve mediterráneo. Así, sobre la superficie culminante del interfluvio Tajo-Tajuna, modelada por la corrosión y erosión kárstica

durante los tiempos plio-villafranchienses (Vaudour, 1979, Pérez González, 1982) se ha localizado una secuencia de paleosuelos que, en la terminología de Valentine y Dalrymple (1976), se consideran de tipo «enterrado» o «fossilizado». Estos yacen superpuestos unos sobre otros, estando alojados en una pequeña depresión.

En el presente trabajo se analiza el marco geomorfológico así como la caracterización de una secuencia de paleosuelos rojos, bajo la hipótesis de que pueden representar buena parte de los estadios pleistocenos, constituyendo uno de los mejores ejemplos de evolución de este periodo, especialmente en la región madrileña.

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

El perfil ha sido abordado geomorfológica y edáficamente, describiéndose según las normas FAO (1977 y 1990). Las propiedades *fisioquímicas* han sido analizadas por los métodos recomendados por el Soil Conservation Service (1972). La mineralogía se ha obtenido por difracción de rayos X. Para el análisis semicuantitativo de la arcilla se han utilizado los poderes reflectantes recopilados por Schultz (1964).

CUADRO GEOMORFOLÓGICO GENERAL Y PERFIL SECUENCIAL

La superficie cimera del páramo de Chinchón-Colmenar de Oreja presenta una monótona morfología plana que es el resultado de un complejo conjunto de procesos erosivos, acumulativos y edáficos que se iniciaron al final de los tiempos terciarios y se continúan hasta la actualidad.

Desde el punto de vista geológico, en esta superficie afloran dos conjuntos carbonáticos:

- el inferior se corresponde con las calizas lacustres de la «Unidad Superior» del relleno neógeno de la Cuenca de Madrid, (Megias et al.,

1983), y sus calizas han sido profusamente explotadas como rocas ornamentales, de construcción, para la producción de cemento, etc. (Dapena et al., 1989; García del Cura et al., en prensa).

- el superior está constituido por un encostramiento de naturaleza edafosedimentaria al que se le ha asignado una edad Villafranchiense medio-superior, (Vaudour, 1979; Pérez González, 1982).

Una etapa tectónica, de características distensivas acontecida en el Plioceno, Fase Ibero-Manchega I, (Aguirre et al., 1976), plegó suavemente las capas calizas de la «Unidad Superior» y generó un relieve estructural formado, al Norte de Colmenar de Oreja, por una serie de pequeños umbrales y cubetas, de dirección N-S, asociados a suaves anticlinales y sinclinales, respectivamente. Los pequeños desniveles de este dispositivo morfo-estructural fueron igualados, poco a poco, por los procesos de erosión y de acumulación hasta constituir la monótona llanura que corona este páramo, (a unos 770-760 m.), sólo interrumpida por algunos cerros, de cimas también arrasadas, que se alzan 10-20 m. por encima de aquella y vinculados a las estructuras anticlinales. En el relleno de las cubetas sinclinales hemos detectado la existencia por un lado, de aportes coluvionares cercanos, edafizados en forma de terras rossas, lajas y fragmentos de litología caliza provenientes de la erosión de los relieves anticlinales. Por otro, de aportes alóctonos que coinciden con arenas eólicas de naturaleza eminentemente cuarzosa, o elementos yesíferos, incompatibles con las formaciones que afloran en la superficie del páramo.

Es en el flanco de una de estas depresiones, de inicial origen estructural, donde se asientan los paleosuelos, (Fig. 1). El corte abierto recientemente para la extracción de arcillas destinadas al revestimiento de vertederos, se localiza en el sector NE. de las Canteras de Colmenar de Oreja, siendo sus coordenadas:

X = 0° 18' 20" al Este del Meridiano de Madrid

Y = 40° 07' 40"

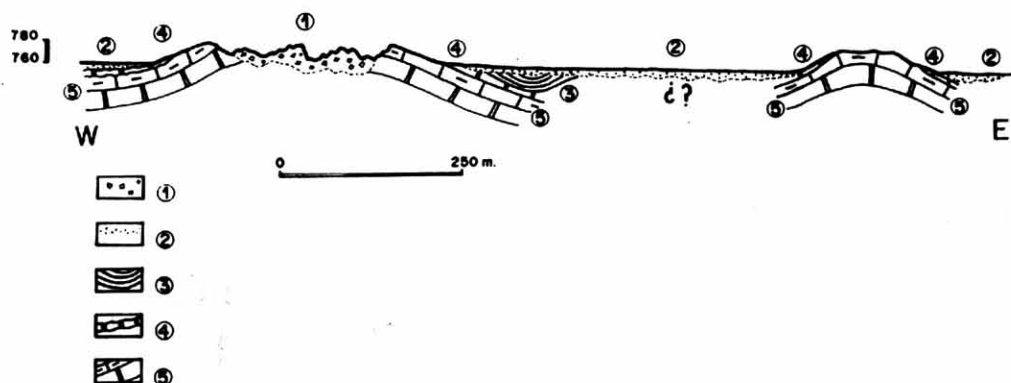


Figura 1. Localización de los paleosuelos en su marco geomorfológico.

1 Escombreras asociadas a la explotación de calizas. 2 Suelos y sedimentos recientes. 3 Paleosuelos. 4 Encostramiento edafo-sedimentario Villafranquiense. 5 Estratos de calizas neógenas (Unidad Superior).

Descripción macromorfológica.

La secuencia de paleosuelos se representa a escala simplificada y reducida en la figura 2. El conjunto de paleosuelos ofrece un buen desarrollo, (Retallack 1988), ya que se observan potentes horizontes argílicos rojos y otros petrocálcicos. Los colores, tabla 1, conducen a su consideración como Suelos Rojos. Ocasionalmente la incorporación de carbonatos mitiga un color plenamente rojo.

Los horizontes de acumulación de carbonatos en algunos casos están constituidos por encostramiento nodular, otras veces laminar, siendo en profundidad de tipo brechoide. Dentro de algunos horizontes argílicos las acumulaciones aparecen como glébulas. Las estructuras de los horizontes argílicos son de carácter poliédrico subangular, que a veces se resuelve en agregados más finos subredondeados. En estos horizontes se observan cutanes continuos y discontinuos, más o menos espesos.

MINERALOGÍA

Las variaciones en la distribución de los

minerales de la arcilla, (tabla 2), constituida por diferentes proporciones de illita, caolinita, esmectita y sepiolita, sugiere un efecto combinado de sedimentación diferencial (herencia) y/o autigénesis. De este modo la alteración diferencial no es la causa principal de las variaciones. La directriz geoquímica sigue una pauta idéntica a lo largo de la secuencia, con una alteración poco intensa, similar a la detectada por Jiménez Ballesta et al. (1986). El hecho de que la sepiolita se identifique en horizontes argílicos, donde se encuentra esmectita trioctáedrica (saponita), nos indica un carácter de confinamiento en el que se debió producir la alteración parcial de ésta que, unido a los aportes de Ca y Mg, constituirían condiciones adecuadas para la formación de sepiolita, (Van den Heuvel 1966, McLean et al., 1972, Singer y Norris 1974). Una cierta tendencia hacia la aridez a lo largo del Cuaternario, favorecería esta hipótesis.

En las fases de alteración mencionadas, se produjo la liberación del hierro, que en régimen mediterráneo provocó un proceso de rubefacción intenso, que aún persiste dentro de algunas zonas de los horizontes argílicos. Proceso que

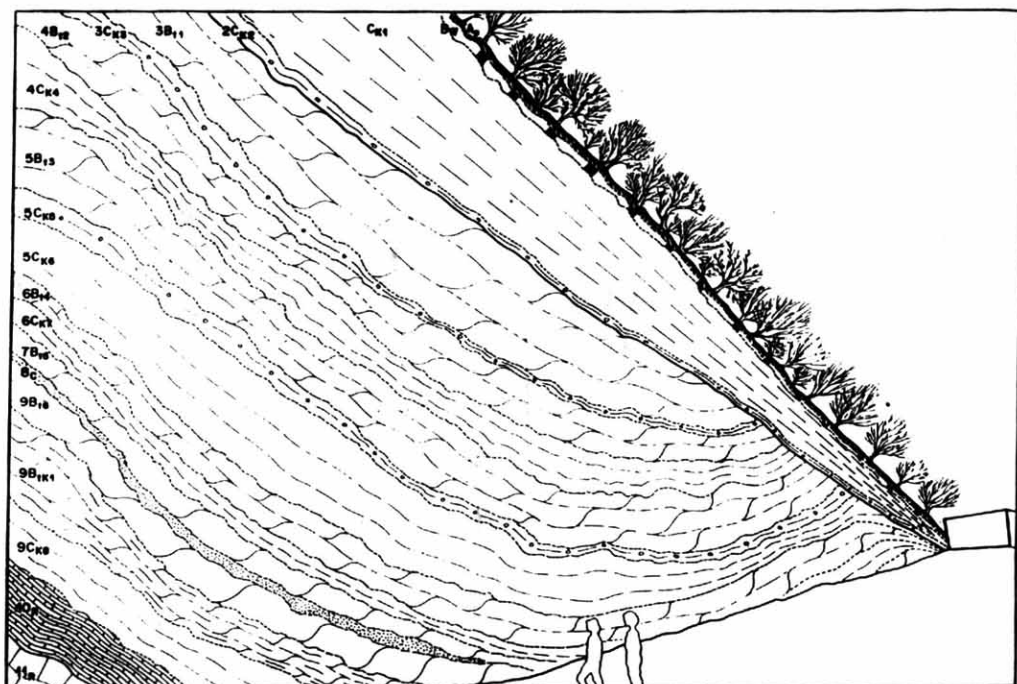


Figura 2. Esquema del perfil secuencial.

con posterioridad se ha visto mitigado, (bajas razones FeL/T, deducibles de la tabla 2).

ACUMULACIONES CALIZAS

En general las relaciones clima-acumulación de carbonatos distan de ser fácilmente interpretables. Para Reeves (1976) y Braithwaite (1983), estas acumulaciones son propias de regímenes áridos o semiáridos; mientras Van Houten (1982) las considera de un régimen cálido estacionalmente seco. Evidentemente cuando las precipitaciones exceden la evapotranspiración el carbonato es lavado, dominando la alteración kárstica. Por el contrario en un régimen árido o semiárido el lavado es insuficiente para exportar el carbonato. En este sentido un clima mediterráneo xerofítico ha debido ser el principal factor responsable, pero el tiempo de exposición, unido a la porosidad y

permeabilidad del sustrato han controlado la naturaleza y espesor de las acumulaciones calizas. En todo caso el amplio desarrollo del sistema de fracturas es consistente con un origen edáfico de las acumulaciones.

DISCUSION

El desarrollo del perfil edáfico lo entendemos como una continuación de los procesos superficiales geomorfológicos. Como hipótesis previa cabía plantearse si se trata de lechos deposicionales sedimentarios o se trata de horizontes edáficos. La combinación de las observaciones de campo (estructuras bien desarrolladas, cutanes, fenómenos de redistribución de carbonatos etc.) y las de laboratorio, principalmente el análisis cuali y cuantitativo de arcillas, indica que se trata de horizontes edafogenéticos. Sin embargo los límites entre estos frecuente-

Tabla 1. Rasgos macromorfológicos y resultados generales de algunos horizontes.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	COLOR (seco)	pH	COND. ds/m	M.O. %	CO ₃ %	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %
Ap	0 - 25	10YR6/2	8.4	0.156	5.7	11.2	74	20	6
Bw	25 - 100	10YR3/2	8.4	0.328	2.7	1.2	51	40	9
Ck ₁	100 - 210								
2Ck ₂	210 - 240								
3Bt ₁	240 - 355	5YR5/6	8.3	0.155	0.24				
3Ck ₃	355 - 420								
4Bt ₂	420 - 500	2.5YR5/8	8.0	0.188	0.62				
4Ck ₄	500 - 590								
5Bt ₃	590 - 660	2.5YR5/8	8.0	0.206	0.17				
5Ck ₅	660 - 720								
5Ck ₆	720 - 830								
6Bt ₄	830 - 920	5YR4/3	8.5	0.430	1.94	10.0	59	27	14
6Ck ₇	920 - 990					20.3			
7Bt ₅	990 - 1000								
8C	1000 - 1040	10YR4/6	8.2	0.540	0.33	7.5			
9Bt ₆	1040 - 1170	2.5YR4/8	8.3	0.482	0.20	5.0	50	32	18
9Btk ₁	1170 - 1250	7.5YR4/4	8.2	0.583	0.27	20.0	53	35	12
9Ck ₈	1250 - 1380					55.0			
10Ck ₉	1380 - 1490					96.3			
11R	> 1490					98.2			

mente son abruptos y disruptivos, por lo que han podido intervenir fases de reajuste y hundimientos posteriores.

La impronta que ejerce el régimen climático mediterráneo se refleja en que todas las fases convergen hacia los mismos procesos. Sin embargo, aunque no se observen cambios dramáticos en el suelo por este efecto, no significa que no existan periodos de fluctuación climática. Coincidentes con estos cambios han debido alternar procesos de índole morfogenética con otros de dominio edáfico. Los primeros están relacionados con fases de inestabilidad y son

responsables de la llegada a la depresión de aportes tanto cercanos (bien por coluvionamiento, truncamiento y coluvionamiento de suelos próximos) como lejanos (en forma de material alóctono, asociado con arenas eólicas).

La génesis y evolución de los suelos estudiados comienza con el final de la sedimentación lacustre de la caliza del páramo. El establecimiento de una superficie de erosión y el rellenado de los fondos de sinclinales permite establecer en orden de actuación los procesos:

1. acúmulo de material procedente de la disolución de la caliza

Tabla 2. Resultados del análisis mineralógico de la fracción arcilla y contenidos en hierro total y libre.

HORIZONTE	ILITA %	CAOLINITA %	ESMECTITA %	SEPIOLITA %	Fe ₂ O ₃	
					LIBRE	TOTAL
Ap	33	24	43	0	0.08	2.16
Bw	70	6	4	20	0.23	2.26
Ck ₁						
2Ck ₂						
3Bt ₁	15	46	13	26	0.52	10.43
3Ck ₃						
4Bt ₂	38	10	22	30	0.28	7.00
4Ck ₄						
5Bt ₃	23	44	21	12	0.22	5.27
5Ck ₅						
5Ck ₆						
6Bt ₄	64	9	17	10	0.45	12.19
6Ck ₇						
7Bt ₅						
8C						
9Bt ₆	34	23	22	21	0.90	15.40
9Btk ₁	0	57	24	19	0.78	12.6
9Ck ₈						
10Ck ₉						
11R						

2. descarbonatión
3. argiluvación mas rubefacción en diferentes intervalos
4. truncamiento, erosión y/o acumulación con fases dehumificación y descarbonatión-recarbonatión en diferentes intervalos.

CONCLUSIONES

Trás el encostramiento palustre villafranquiense se desarrollan un conjunto de

paleosuelos rojos; del estudio de los mismos se desprende un mejor conocimiento de la evolución pleistocena de las superficie tipo páramo calizo, poniendo de manifiesto la importancia y continuidad que ha revestido el ambiente mediterráneo durante este periodo. No obstante esta continuidad se ha visto interrumpida por pequeñas crisis climáticas, (unas de rango frío y otras de características bastante más secas que las actuales ?). Intermitencia que solo supone variaciones menores, por cuanto la edafogénesis

mediterránea, con procesos típicos de argilización, rubefacción y acumulación de carbonatos, es una constante a lo largo de la secuencia y por tanto del pleistoceno.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre E., Díaz Molina M. y Pérez González A. (1976). Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el neógeno de la meseta sur española. *Trabajos Neógeno-Cuaternario*, 5, 7-29. CSIC.
- Braithwaite C. (1983). Calcrete and other soils in Quaternary limestones; Structures, processes and applications. *J. of the geological Society of London*, 140, 351-363.
- Dapena E., García M.A. y Ordoñez S. (1989). Estudio de las rocas calizas utilizadas en el siglo XVIII-XIX en la construcción de los palacios de Madrid. *Rev. Ing. Civil* 71, 67-77 CEDEX.
- FAO. (1977). Guías para la descripción de perfiles de suelos. Roma.
- FAO. (1990). Soil Map of the World. Revised Legend. Roma.
- García M.A., Ordoñez S., Dapena E. y González J.A. (1994). Las canteras calizas en los interfluvios de los ríos Jarama-Tajuña-Tajo, en la Comunidad de Madrid: valoración de recursos. *Bol. Geol. Min.* (en prensa).
- Guerra A. (1971). Los suelos rojos en España. CSIC.
- Jiménez Ballesta R., Benayas J., Martín J., Batlle J., Guerra A. (1986). Paleoclimatic significance of some paleopedological formations in central Spain. *Quaternary climate in western mediterranean*. 133-152.
- Megías A., Ordoñez S. y Calvo J. (1983). Nuevas aportaciones al conocimiento geológico de la Cuenca de Madrid. *Rev. Mat. Proc. Geol.* 1, 163-191.
- McLean S., Allen B. y Craig J. (1972). The occurrence of sepiolite and attapulgite on the southern High Plains. *Clays and Clay Miner.* 20, 143-149.
- Pérez González A. (1982). Neógeno y Cuaternario de la Llanura Manchega y sus relaciones con la cuenca del Tajo. Tesis Doctoral. Ed. Un. Complutense. Madrid. 787 pg.
- Reeves C. (1976). Caliche: Lubbock, Texas, Estacado Press, 233 pg.
- Retallack G. (1981). Fossils soils; indicators of ancient terrestrial environments. En Niklas K. ed. *Paleobotany, paleoecology and evolution*, 1. 55-102. New York Praeger.
- Retallack G. (1988). Field recognition of paleosols. *Geological Society of America. Specil Paper*, 216, 1-20.
- Schultz L. (1964). Quantitative interpretation of mineralogical composition from X-ray and chemical data for the Pierre Shale. U.S. Geological Survey Prof. Paper. 391-C, 31 pg.
- Singer A. y Norris K. (1974). Pedogenetic Palygorskite Occurrences in Australia. *American Mineralogist*, 39, 508-517.
- Soil Conservation Service (1972). Soil Survey Laboratory Methods and Procedures for Collecting Soil Samples. USDA SSIR 1. Washington 72 pg.
- Valentine K. y Dalrymple J. (1976). Quaternary buried paleosols, a critical review. *Quat. Res.* 6, 209-220.
- Van Den Heuvel R. (1966). The occurrence of sepiolite and attapulgite in the calcareous zone of a soil near Las Cruces. New Mexico. *Clays and Clay Minerals Proc. Conf.* 13, 193-207.
- Van Houten F. (1982). Ancient soils and ancient climates. National Academic Press. *Studies in Geophysics* 112-117.
- Vaudour J. (1979). La région de Madrid. *Altérations, sols et paléosols*. Ed Ophris.