

GARCÍA-CALDERÓN, N.E., 1984. *Estudio bioquímico, mineralógico y físico-químico de algunos Andosoles de México*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

GARCÍA-CALDERÓN, N.E., PINILLA, A. Y ALEXANDRE, T. 1984. Procesos de alteración de un Andosol de Veracruz (México), en *Congreso Internacional de Suelos Volcánicos*. Tomo 1: 606-621. Universidad de La Laguna, Tenerife.

GARCÍA-CARDERÓN, N.E., ALEXANDRE, T Y PINILLA, A., 1986. Mineralogía de Andosoles de la zona cafetalera de Veracruz, México, en *Anales de Edafología y Agrobiología* 45 (1-2): 103-118. Madrid.

HAYAMA, T.M.L. Y AGUILERA, H.N., 1972. Estudios edáficos del Xinactécatl, Estado de México. II Panel de Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas. Pasto (Colombia).

HOYAS, C., JUAN, J., PALET, A. Y VILLATE, E., 1990. Análisis de fitolitos en ópalo y pseudomorfos de oxalato de calcio en calcita como indicadores arqueobotánicos, en *Cuaternalario y Geomorfología* 4 (1-4), 147-154. Zaragoza.

JUAN, J., 1992. Paisaje y megalitismo. Primeros resultados paleoecológicos del paleosuelo de la Mamoa 1 das Madorras (Sabrosa, Portugal), en 2ª Reunión de Geoarqueología. Madrid (en prensa).

JUAN, J., 1993. Análisis de fitolitos en suelos arqueológicos: el Abric del Filador (Margalef de Montsant, Priorat, Tarragona). Nuevas aportaciones paleoetnobotánicas. Tesis de Licenciatura. Universitat de Barcelona.

LAGOS, R., PINILLA, A. Y BENAYAS, J., 1990. Bioindicadores y micromorfología de una turbera en la Sierra de Urbión, en *Cuaternalario y Geomorfología* 4 (1-4), 27-36. Zaragoza.

PEARSALL D., 1989. *Paleoethnobotany. A handbook of procedures*. Academic Press.

PEINEMANN, N. Y FERRERO E.A., 1972. Fitolitos: sílica gel natural, en *Anales de Edafología y Agrobiología*. Tomo 31: 1011-1026. Madrid.

PIPERNO, D., 1988. *Phytolith analysis. An archaeological and geological perspective*. Academic Press. San Diego.

RAPP, G. Y MULHOLLAND S., 1992 (Ed). *Phytolith systematics. Emerging issues*. Plenum Press. New York.

ROVNER, I., 1983. Plant opal phytoliths analysis: major advances in archaeobotanical research, en SCHIFFER, M.B. (Ed). *Advances in archaeological method and theory* 6: 225-266.

ROVNER, I., 1986 (Ed). *Plant opal phytolith analysis in archaeology and paleoecology*. Proceedings of the 1984 Phytolith Research Workshop. North Carolina State University, Raleigh, North Carolina. Occasional Papers of the Phytolitharian 1.

MINERALOGÍA DE SUELOS DESARROLLADOS SOBRE GRANITOS DEL MACIZO HERCINICO IBERICO. LA COLILLA, AVILA

GARCIA-TALEGON, J.¹, INIGO, A. C.¹, MOLINA, E.², FORTEZA, J.¹, LORENZO, L. F.¹, Y VICENTE, M. A.¹.

¹ Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, I.R.N.A.-C.S.I.C. Salamanca

² Departamento de Geología, Universidad de Salamanca.

ABSTRACT

Three profiles of soils developed on different weathering facies of granite from the Iberian Hercynian Massif, in the neighbourhood of "La Colilla" quarries (Avila) are being studied. The analytical data obtained, and especially the comparative study of the mineralogical clay fraction of this soils and the mineralogical composition of different levels of the deep weathering profile found in the Iberian Hercynian Massif (García-Talegón et al., 1991) indicate the following:

Profile Sc-1 developed on the intermedial zone of inherited weathering which was covered by tertiary arkoses, has smectite as the main component of the clay fraction and smaller quantities of illite and kaolinite, (part of this smectite is interstratified with illite). In the upper horizon clear signs of external apportionation can be seen.

Profile Sc-2 is situated on the upper part of the paleoweathering socle (weathered and silicified granite, mainly composed of kaolinite and opal) but the mineralogical composition of the only soil horizon indicates the presence of external apportionments.

Profile Sc-3 is heterogeneous and is situated in a receptive area and therefore has characteristics which make it almost impossible to determine its origine.

RESUMEN

Se estudian tres perfiles de suelos desarrollados sobre diferentes facies de alteración de granito del Macizo Hercínico Ibérico, en las proximidades de las canteras de "La Colilla" (Avila).

Los datos analíticos obtenidos y sobre todo el estudio comparado de la mineralogía de la fracción arcilla de estos suelos, con la de los distintos niveles del potente perfil de alteración que aparece en el MHI (García Talegón et al., 1991) nos indica lo siguiente:

El perfil Sc-1, desarrollado en la zona intermedia de la alteración heredada, que estuvo cubierta por arcosas terciarias, presenta como componente mayoritario en su fracción arcilla,

esmectita, parte de la cual está formando un interestratificado con illita, junto con cantidades menores de illita y caolinita. En el horizonte superficial se aprecian signos claros de rejuvenecimiento por aportes exteriores.

El perfil Sc-2 se encuentra sobre la parte superior de la paleoalteración del zócalo (granito alterado y silicificado, cuyos componentes mayoritarios son caolinita y ópalo), pero su único horizonte tiene una mineralogía que indica la existencia de aportes exteriores.

El perfil Sc-3, heterogéneo y situado en una zona de recepción presenta unos rasgos que no permiten precisar su origen.

Palabras clave: Suelo, Granito, Macizo Hercínico Ibérico, Alteración

INTRODUCCION

A lo largo de estos últimos años la colaboración entre geólogos y edafólogos en el estudio de paleoalteraciones y suelos en nuestro país ha puesto de manifiesto el papel que los procesos heredados han tenido en la evolución del relieve y en la génesis de los actuales suelos en muchos lugares del zócalo hercínico ibérico (Vicente et al. 1987; Molina et al. 1991; Espejo et al. 1992). Estas paleoalteraciones aparecen desarrolladas sobre distintas litologías y sus perfiles, cuando aparecen bien conservados, pueden sobrepasar los 18-20 m de profundidad.

En las proximidades de la ciudad de Avila el zócalo hercínico, de naturaleza granítica s.l. (IGME 1972; Franco-González, 1980), aparece fallado y dividido en una serie de bloques los cuales se sumergen progresivamente hacia el sur, bajo las series arcósicas que rellenan la fosa de Ambles (Fig. 1 A). Estos sedimentos arcósicos han sido datados como Terciario (Oligoceno) por Garzón-Heydt y López, (1978). Con anterioridad al desnivelamiento de bloques y formación de la fosa de Ambles como consecuencia de la Orogenia Alpina, sobre este zócalo existió un potente manto de alteración (Arenillas et al., 1982; García-Talegón et al., 1991; Madruga, 1991), cuyos restos aparecen hoy a diferentes altitudes y en diferentes grados de conservación, siendo éste mayor, en general, cuanto mas hundido esté el bloque considerado. El antiguo manto presenta tres niveles o "facies" de alteración (Vicente et al. 1989; García-Talegón et al., 1991) que, descritas de base a techo, son (Fig 1 B):

- Nivel inferior:

Granito parcialmente arenizado conservando abundantes bolos en distintos grados de conservación. La asociación mineralógica-tipo de la roca sana es: cuarzo, feldespatos (alcalinos y calcoalcalinos), micas (moscovita y biotita) y clorita.

- Nivel Medio:

Granito totalmente arenizado (saprolito) con una fuerte disminución de los feldespatos calcoalcalinos y de parte de las micas (biotitas), desaparición de las cloritas, aparición de un alto contenido en esmectitas e inicio de las caolinitas.

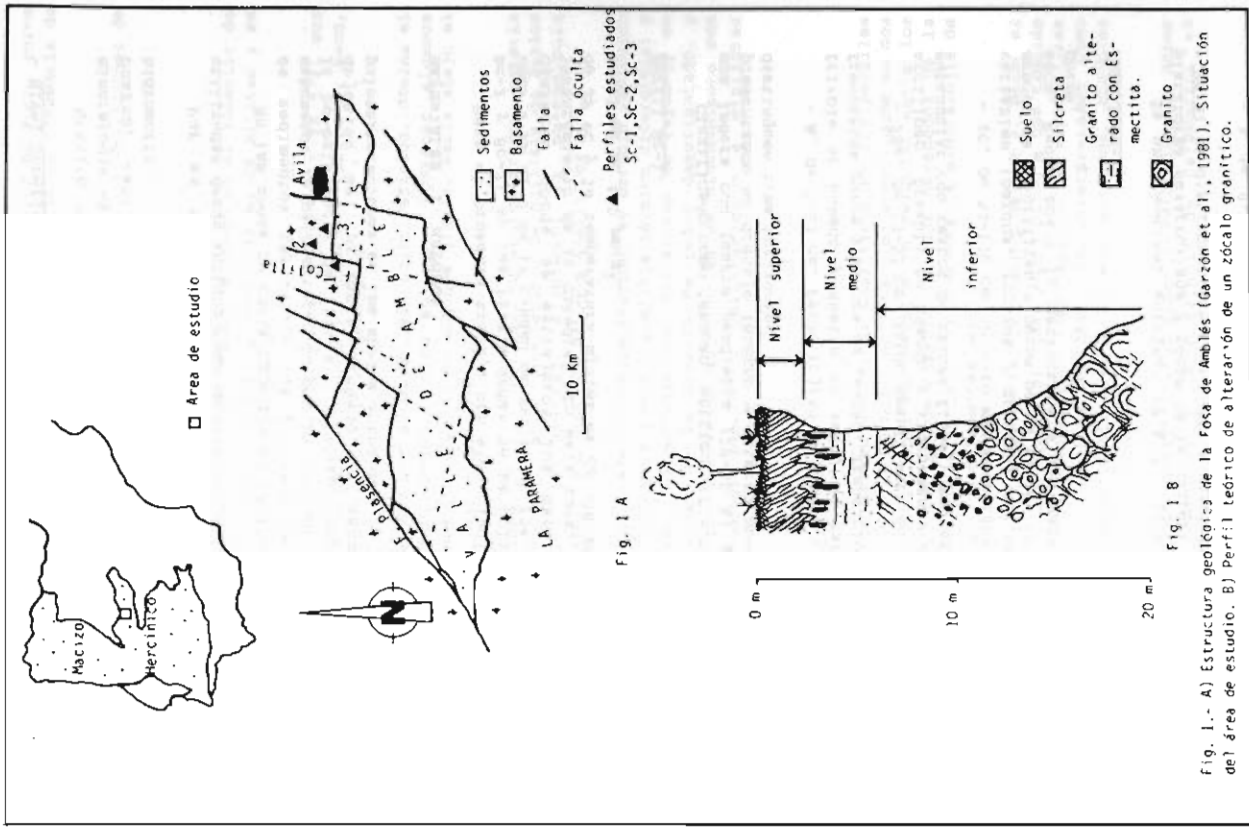


Fig. 1 A

Fig. 1 B

Fig. 1.- A) Estructura geológica de la Fosa de Ambles (Garzón et al., 1981). Situación del área de estudio. B) Perfil teórico de alteración de un zócalo granítico.

- Nivel superior:

Granito totalmente alterado y cementado por ópalo, donde la mineralogía es una "asociación residual" de la alteración, formada por cuarzo, caolinita y algunos oxihidróxidos de posible origen hidromorfo.

Por su vistosidad estas tres facies del granito han sido utilizadas desde antiguo como materiales de construcción.

En las zonas de contacto entre el zócalo granítico y la cobertura de sedimentos terciarios los procesos de erosión actuales están exhumando la paleoalteración por lo que, en estas zonas, es frecuente la co-existencia de rasgos y procesos heredados y actuales, y el objetivo del presente trabajo es estudiar el papel de las paleoalteraciones en los suelos actuales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el presente trabajo han sido elegidos tres perfiles (SC-1, SC-2 y SC-3) en las proximidades de La Colilla, localidad situada a unos 8 km al O de la Ciudad de Avila, en los alrededores de una de las canteras donde se estrajeron los materiales pétreos para el levantamiento de la catedral. En esta zona, la temperatura máxima es de 39 °C y la temperatura mínima es de -20 °C; la precipitación media anual es de 400 mm/m².

Perfil SC-1.

Clasificado como "Regosol eútrico" (F.A.O., 1989), está situado en una ladera con fuerte pendiente (20-30 %) a unos 1150 m. de altura presentando un drenaje interno y externo bueno a excesivo y en él se distinguen tres horizontes:

- A, de 0-13 cm. Pardo rojizo en húmedo (5YR 4/4) areno-arcilloso, friable en húmedo y suelto en seco, de estructura subangular, con frecuentes poros y restos de raíces. Transición gradual a

- 2Bw, de 13-53 cm. Pardo amarillento en húmedo (10 YR 5/4) areno-arcilloso, friable en húmedo y ligeramente duro en seco, estructura subangular con restos de raíces finas y medias. Transición gradual a

- 2C, de 53-130 cm. Granito muy meteorizado (saprolito) de colores variables (pardos, rojizos y grises), sin desarrollo de estructura, aunque se identifican algunos poros finos; friable en húmedo y duro en seco. Hacía abajo la estructura sigue masiva y no se identifican poros.

Perfil SC-2

Es un "Leptosol eútrico" (F.A.O., 1989), localizado sobre una plataforma desarrollada a techo de la cantera a unos 1130 m de altitud y en él se distinguen los siguientes horizontes:

- A de 0-25 cm. Pardo gris oscuro en húmedo (10 YR 3/2) con

estructura granular media, friable en húmedo y suelto en seco, poros de todos los tamaños; entre los clastos es frecuente la presencia de ópalo. Transición neta a

- Roca: Granito alterado y silicificado con fuertes variaciones de colores rojos, blancos y ocres.

Perfil SC-3

Es un "Regosol eútrico" (F.A.O., 1989), situado en el interior de una suave depresión con buen drenaje, a unos 1110 m. de altitud y en él se distinguen los siguientes horizontes:

- A, de 0-25 cm. Color pardo oscuro en húmedo (7,5 YR 5/4) con estructura granular a grumosa, friable en húmedo y suelta en seco, raíces de todos los tamaños. Transición gradual a

- C, de 25-100 cm. Granito alterado, sin color definido, domina el pardo rojizo; firme en húmedo y duro en seco; aparecen algunos recubrimientos muy finos por presión en algunos granos. Hacía abajo el granito es mas rojizo, mas compacto y duro.

Las determinaciones de pH, análisis granulométrico, materia orgánica, etc., se realizaron en el laboratorio de Análisis de Suelos del I.R.N.A.-C.S.I.C. (Salamanca), siguiendo la metodología recomendada por la Comisión Nacional de Métodos Analíticos.

La fracción < 2 μ , separada por sedimentación, se estudió empleando las técnicas de difracción de rayos-X y análisis térmico diferencial y termo-gravimétrico. Para el estudio por difracción de rayos-X, se realizaron difractogramas de la muestra de polvo desorientado, y agregados orientados con los tests adicionales de hinchamiento con poliacoholes, saturación con K⁺ y calentamiento a distintas temperaturas, (Robert, 1975; Wilson, 1987).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla I se presentan los datos analíticos de los perfiles estudiados. En el perfil SC-3 el horizonte C ha sido subdividido en dos subhorizontes para estudiar con más detalle la relación entre los procesos edáficos actuales y los posibles rasgos heredados de la antigua paleoalteración. En la Tabla II se presenta la mineralogía de la fracción arcilla y de los diferentes perfiles.

En el perfil SC-1 se observa un fuerte aumento del pH al pasar el horizonte A al horizonte 2Bw (Tabla I). Este hecho unido a que también existe un fuerte contraste mineralógico (desaparición de vermiculitas y brusca aparición de esmectitas en 2Bw), lo interpretamos como consecuencia de que los horizontes 2Bw y 2C son heredados, mientras que el A es de rejuvenecimiento.

La abundancia de esmectitas, el alto grado de saturación en bases de los horizontes inferiores y la presencia de carbonatos es consecuencia de dos hechos:

1.- El perfil estudiado se localiza en el nivel medio de la

Tabla I.- Datos analíticos de los suelos: Sc-1, Sc-2, Sc-3 situados en "La Colilla" (Avila).

Horizonte	Análisis granulométrico										Complejo de Cambio (mmol Kg ⁻¹)							
	A	Ar g	Ar f	L	A	T	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	V	3					
Perfil Sc-1	A	0.13	4.9	-	4.58	0.17	15.2	43.9	29.1	7.7	19.3	18.3	8.3	2.0	0.7	0.03	11.0	60.0
	2Bw	13.53	6.9	-	1.01	0.06	9.6	45.7	25.6	11.0	17.7	20.0	14.3	3.5	0.2	0.03	18.1	90.3
	2C1	53.95	7.6	2.16	0.40	0.03	6.7	41.7	20.1	16.0	22.2	37.6	43.4	6.6	0.1	0.52	50.6	100.0
Perfil Sc-2	A	0.25	6.2	-	3.29	0.12	15.2	26.3	31.0	13.0	29.7	23.0	15.2	1.3	0.3	0.45	17.3	75.2
Perfil Sc-3	A	0.25	6.6	-	1.20	0.05	13.7	57.2	26.6	6.6	9.6	27.6	7.2	2.1	0.3	-	9.6	34.9
	C11	25.50	5.8	-	0.20	0.03	3.4	55.2	18.5	17.8	8.5	14.2	7.2	1.7	0.2	0.24	9.4	66.0
	C12	50.100	6.2	-	0.18	0.03	3.5	75.9	8.8	1.2	14.1	8.2	5.9	2.4	0.1	0.03	8.2	100.0

M.O. = Materia orgánica, N = Nitrogeno, C/N = Relación Carbono / Nitrogeno
 Ar g = Arena gruesa, Ar f = Arena fina, L = Limo, A = Arcilla
 T = Capacidad local de cambio, S = suma de bases, V = grado de saturación

Tabla II.- Composición mineralógica (fracción < 2μ), de los suelos: Sc-1, Sc-2, Sc-3 situados en "La Colilla" (Avila).

Horizonte	Il.	Ca.	Es.	Int. Il./Es.	V.	Cl.	Q.	Op.	F.	Ox.
<u>Perfil Sc-1</u>										
A	x	x			xxx	T	x			x
2Bw	x	x	xxx	T						x
2C1	xx	x	xx	xx		T	x			x
<u>Perfil Sc-2</u>										
A	xx	xxx		xx				x		T
R	T	xxx						xx		x
<u>Perfil Sc-3</u>										
A	xx	xx		x		T	xx			x
C11	xx	xx	T			T				x
C12	xx	xx	T			T	x			T

Il. = Illita, Ca. = Caolinita, Es. = Esmeclita,
 Int. Il./Es. = Interstratificado Illita / Esmeclita, V. = Vermiculita,
 Cl. = Clorita, Q. = Cuarzo, Op. = Opalo, F. = Feldespatos, Ox. = Goetita
 x = presente, xx = abundante, xxx = dominante, T = trazas.

alteración heredada, que ha sido cubierto por las arcosas terciarias.

2.- La fuente del carbonato es la cobertera arcósica. Estos carbonatos están sufriendo un continuo proceso de reciclaje y lavado desde el desmantelamiento de la cobertera arcósica, proceso que sigue siendo activo hoy en día.

En el perfil Sc-2, se observa una clara discontinuidad mineralógica entre el A y la roca subyacente (Tabla II). En el A abundan las illitas y aparece un interestratificado Il./Es., cosa que no ocurre en la roca; sin embargo, ésta es rica en ópalo que no existe en la fracción fina del horizonte A. Esto nos hace pensar que dicho horizonte ha recibido aportes externos al perfil.

El perfil Sc-3, representa un suelo poco desarrollado sobre un sustrato granítico alterado donde las micas y las caolinitas son los minerales de la arcilla más comunes, existiendo trazas de esmectitas y de interestratificados Il./Es. Presumiblemente se trata de un proceso edáfico actual sobrelimpuesto en la transición entre los niveles medio y superior de la antigua alteración, teniendo en cuenta el contenido en caolinita que consideramos heredada en su mayor parte.

Los procesos edáficos actuales en la zona destruyen la esmectita, pero conservan las caolinitas y las micas dioctahédricas.

CONCLUSIONES

1.- La mineralogía de los horizontes 2Bw y 2C del perfil Sc-1 es un reflejo de la presentada por el nivel intermedio del perfil de alteración que aparece en el zócalo hercínico (García-Talagón et al., 1991). El horizonte A muestra rasgos de aportes externos.

2.- El perfil Sc-2 aparece desarrollado sobre el techo del antiguo perfil de alteración, sobre el zócalo rico en ópalo y kaolinita. La mineralogía de la fracción arcilla del horizonte A indica desaparición total del ópalo CT, la aparición de illita, es interpretado como signo evidente de aportes externos.

3.- El perfil Sc-3 es heterogéneo en su génesis y está en una zona de recepción, por lo que sus rasgos generales no nos permiten precisar su origen.

BIBLIOGRAFIA

- ARENILLAS, M. y SAAVEDRA, J., 1982. Bol. Inform. Estudios Serv. Geol. del M.O.P.U. 42, 69-85.
- ESPEJO, R., MOLINA E. y VICENTE, M.A. 1992. Mecanismos fundamentales de alteración sobre el Macizo Hercínico Ibérico. En: Simposios del III Congreso Geol. de España y VIII Congreso Latinoamericano de Geología, Salamanca. Tomo I: 216-224
- F.A.O. 1989. Mapa Mundial de Suelos. Roma.
- FRANCO GONZALEZ, M.P. 1980. Estudio petrológico de las formaciones metamórficas y plutónicas al N. de la depresión del Corneja-Ambiés (Sierra de Avila). Tesis Doctoral, Fac. Ciencias. Universidad de

FRANCO GONZALEZ, M.P., 1980. Estudio petrológico de las formaciones metamórficas y plutónicas al N. de la depresión del Corneja-Ambiés (Sierra de Avila). Tesis Doctoral, Fac. Ciencias. Universidad de Salamanca.

GARCIA-TALEGON, J., MOLINA, E. and VICENTE, M.A., 1991. Weathering processes in granites. In: Proceedings of the 7th. Euroclay Conference, Dresden, 2: 405-409

GARZON HEYDT, G. Y LOPEZ, N., 1978. Los roedores fósiles de Los Barros (Avila). Datación del paleógeno continental en el Sistema Central. Estudios Geológicos, 34: 571-575.

I.G.M.E., 1972. Memoria y Mapa geológico a escala 1: 200 000 de la hoja nº 44 (Avila de los Caballeros).

MADRUGA REAL, F., 1991. Rocas opalinas del Oeste de España. Aplicaciones como materiales de construcción y evaluación de su puzolanidad por técnicas conductimétricas. Ed. Ambito Ediciones, S.A. Valladolid. Publ. Junta de Castilla y León.

MOLINA, E., GARCIA-GONZALEZ, M.T. Y ESPEJO, R., 1991. Study of Paleoweathering on the Spanish Hercynian basement Montes de Toledo (Central Spain). Catena, 18: 345-354.

ROBERT, R., 1975. Principes de détermination qualitative des minéraux argileux a l'aide des rayons X. Ann. agron., 26 (4): 363-399.

VICENTE, M.A., MOLINA, E., and GARCIA-RODRIGUEZ, M.P., 1987. Sequences of the processes of geochemical weathering in the Northern piedmont of the Central System (Salamanca, Spain). Summaries VI Meeting of European Clay Groups, Sevilla: 564-566.

VICENTE, M.A., MOLINA, E., ROBERT, M. and JAUNET, A.M., 1989. E.M. Studies of micas and Chlorite weathering to kaolinite in slates (Spain) Abstracts of the 9 International Clay Conference, Strasbourg, 417.

WILSON, M.J., 1987. A handbook of determinative methods in clay mineralogy. 301 pp. Ed. Blackie. New York.