

**CARACTERIZACION DE LA FRACCION ARCILLA DE UN SUELO
SOBRE MARGAS DE LA SERRANIA DE GRAZALEMA (CADIZ, ESPAÑA)**

J. L. González ; J. Mérida; L. Corral y G. Paneque

Departamento de Química Agrícola. Facultad de Ciencias. Universidad de Córdoba (España)
Av. Medina Azahara s/n. 14005 Córdoba (España)

RESUMEN

Se caracteriza la materia mineral de un suelo desarrollado sobre margas de la Serranía de Grazalema (Cádiz, España). El material parental presenta como minerales mayoritarios calcita, cuarzo, illita y esmectita. La fracción arcilla (diámetro < 2 μm) de los horizontes del perfil está constituida básicamente por cuarzo, illita, esmectita e interstratificados illita-esmectita, detectándose trazas de caolinita, haloisita y goetita en determinados horizontes.

Palabras clave: Arcilla, Margas, Suelos Forestales, Cambisoles.

**CHARACTERIZATION OF CLAY FRACTION OF A SOIL
DEVELOPED ON MARNES OF SERRANIA DE GRAZALEMA (CADIZ, SPAIN)**

ABSTRACT

The mineral matter of a forest soil developed on marnes in "Serranía de Grazalema" (Cádiz, Spain) has been characterized. The original material presents as majority minerals: calcite, quartz, illite and smectite. The clay fraction is constituted, principally, of quartz, illite, smectite and interstratified illite-smectite. Traces of kaolinite, halloysite and goethite have also been found in some horizons.

Key words: Clay, Marnes, Forest Soil, Cambisols.

INTRODUCCION

De un programa de investigación sobre la caracterización de la materia orgánica y mineral de suelos forestales de la Serranía de Grazalema (Cádiz, España), donde se encuentra la reserva de Grazalema (UNESCO-ICONA), parte integrante de una red internacional de Reservas de la Biosfera, se selecciona un perfil de suelo con objeto de caracterizar la fracción arcilla de las formaciones edáficas desarrolladas sobre margas calcáreas liásicas de dicha zona.

Las condiciones medio-ambientales de la Serranía de Grazalema, descritas ampliamente en un trabajo anterior (Corrial *et al.*, 1983), son tan peculiares que le confieren a dichos suelos unas especiales condiciones en su desarrollo.

El perfil seleccionado presenta una morfología del tipo A (B) C; su descripción morfológica detallada y datos analíticos generales figuran en un trabajo anterior (Benítez *et al.*, 1982), ubicándose bajo un bosque de quejigos (*Quercus fagineae*), a 840 metros de altitud y con 20 por ciento de pendiente, clasificándose como un suelo pardo cálcico (Cambisol cálcico o Xerocept lítico).

MATERIAL Y METODOS EXPERIMENTALES

Se seleccionan tres muestras de roca en distintos niveles de meteorización, determinándose pH, % carbonatos, capacidad de cambio catiónico (Bower *et al.*, 1952), análisis químico (Pinta, 1971) y mineralogía por difracción de rayos X.

Asimismo, se estudia la fracción arcilla de las distintas capas y horizontes del perfil (F, A₁, (B), C₁). Para la extracción de dicha fracción a partir de tierra fina (diámetro < 2 mm) se siguió el método descrito por Alías y Hernández (1980), determinándose en ella capacidad de cambio catiónico según los métodos anteriormente descritos así como el % de óxidos libres (Endrey, 1963) y su mineralogía por difracción de rayos X y microscopía electrónica de transmisión, procediendo a su cuantificación empleando criterios de Martin (1968), utilizando los poderes reflectantes especificados por Montealegre (1976).

RESULTADOS EXPERIMENTALES Y COMENTARIOS

Las tres muestras de roca de mayor a menor meteorización se representan con los símbolos R-1, R-2 y R-3. Los valores de pH, %CO₃ y C.C.C. se representan en la Tabla 1, observándose una disminución de los dos primeros y un aumento de la última con la

meteorización, debido al lavado de carbonatos y enriquecimiento relativo de materiales filíticos en las muestras.

TABLA 1: pH, % carbonatos y capacidad de cambio catiónico cmol_c kg⁻¹ de las rocas.

Muestra	pH	%CO ₃	T
R-1	7,3	40,4	6,69
R-2	8,0	50,6	17,7
R-3	8,3	54,8	8,96

Los datos de análisis químico (Tabla 2) concuerdan con los encontrados por Hoyos *et al.* (1970, 1976) y Agulleiro y Alonso (1972) para rocas carbonatadas del mismo tipo, destacando los relativos altos contenidos en SiO₂ y Al₂O₃, como corresponde a rocas ricas en minerales arcillosos. Los contenidos en CaO son superiores a los de MgO al ser la calcita el carbonato mayoritario. De los microelementos analizados cabe destacar los mayores contenidos en Mn y Cu de estas margas sobre el resto de rocas calizas estudiadas en la Serranía de Grazalema (González, 1983).

TABLA 2: Análisis químico de las rocas.

	R-1	R-2	R-3
% SiO ₂	26,03	10,64	6,69
% Al ₂ O ₃	8,72	4,70	2,45
% Fe ₂ O ₃	3,80	0,85	0,93
% CaO	25,52	23,93	30,02
% MgO	6,71	15,76	16,72
% Na ₂ O	0,10	0,34	0,04
% K ₂ O	2,01	1,80	0,84
% TiO ₂	0,01	0,03	0,06
% P.C.	26,67	41,67	43,30
Mn (ppm)	132,60	92,00	140,00
Cu (ppm)	7,80	31,40	7,80
Zn (ppm)	5,60	25,00	14,50
Total	99,70	102,70	101,07

Respecto a su mineralogía, se observa que son calcita y cuarzo los componentes mayoritarios (difractogramas de la Figura 1) como revelan los efectos a 0,386; 0,303; 0,284; 0,249; 0,288; 0,209; 0,191 nm, etc., y 0,426; 0,334; 0,245; 0,228; 0,182 nm. etc., respectivamente, detectándose mayores contenidos en cuarzo en las muestras más alteradas. Asimismo, se observan, más acentuadamente en las rocas más meteorizadas, la presencia de ilita, con picos correspon-

dientes a espaciados de 1 nm y armónicos que no se desplazan al tratar con etilenglicol y esmectitas caracterizadas por un espaciado a 1,4 n, que se desplaza a 1,7 nm al solvatar la muestra con etilenglicol y colapsa a 1 nm, al calentarla a 550°C. Por ello, y según lo anteriormente expuesto, se pueden clasificar estas rocas como margas muy calcáreas.

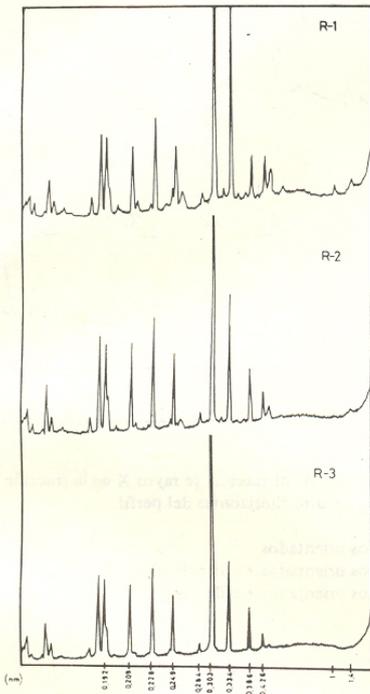


Fig. 1: Diagrama de difracción de rayos X de las muestras de rocas estudiadas.

El análisis químico y relaciones molares entre óxidos de la fracción arcilla de los distintos horizontes se presentan en la Tabla 3. Cabe destacar los altos contenidos en sílice de las muestras debido a la presencia de cuarzo en la fracción fina de todos los horizontes. Los contenidos en Mn, Cu y Zn presentan sus mayores valores en el horizonte orgánico (F) destacándose la gran cantidad de Mn presente. Las relaciones molares SiO_2/Al_2O_3 , algo mayores que 4, revelan el predominio de minerales filíticos 2: 1 (Tan y Troth, 1982), así como el elevado contenido en cuarzo de las muestras.

TABLA 3: Análisis químico de la fracción arcilla de los horizontes y relaciones molares de los óxidos.

	F	A ₁	(B)	C ₁
% SiO ₂	50,51	50,60	53,80	53,82
% Al ₂ O ₃	20,36	20,74	22,31	20,89
% Fe ₂ O ₃	6,21	6,09	6,41	6,38
% CaO	2,79	2,59	2,15	1,86
% MgO	0,36	0,30	0,11	0,10
% Na ₂ O	0,12	0,81	0,89	0,86
% K ₂ O	4,79	4,62	4,15	4,22
% TiO ₂	-	0,96	0,36	0,54
% P.C.	15,16	14,23	10,39	10,53
Mn (ppm)	135,20	125,60	116,00	100,30
Cu (ppm)	45,20	40,20	32,10	27,20
Zn (ppm)	45,00	39,30	38,00	25,10
Total	100,30	101,00	100,57	99,20
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	4,22	4,13	4,09	4,33
SiO ₂ /Fe ₂ O ₃	21,62	22,08	22,19	22,43
SiO ₂ /R ₂ O ₃	3,50	3,51	3,46	3,75

Los valores encontrados para la C.C.C. que oscilan entre 57,47 cmol_c kg⁻¹ para la capa F y 82,61 cmol_c kg⁻¹ para el horizonte (B) revelan la presencia, sobre todo en este último, de minerales 2: 1.

Los contenidos en óxidos libres (Tabla 4) reflejan unos mayores valores de Fe₂O₃ seguido de Al₂O₃, MnO y SiO₂, respectivamente. Los contenidos en este último disminuyen con la profundidad, lo que concuerda con Guillet y Souchier (1979) que encuentran acumulación de dicho óxido en los horizontes húmíferos. Los porcentajes de hierro amorfo disminuyen con la profundidad del perfil, siendo dichos contenidos algo elevados, sobre todo en los horizontes superiores, donde su acumulación puede ser debida a la existencia de un complejo según Edwards y Bremner (1977) del tipo:

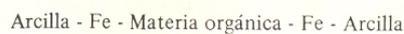


TABLA 4: Porcentaje de óxidos libres de la fracción arcilla de los horizontes.

	F	A ₁	(B)	C ₁
% SiO ₂	0,56	0,38	0,35	0,26
% Al ₂ O ₃	0,95	1,02	1,09	1,03
% Fe ₂ O ₃	3,05	2,96	2,15	1,36
% MnO	1,06	0,94	0,86	0,76

El Mn presenta un descenso paralelo al del Fe con la profundidad del perfil.

Respecto de la mineralogía de la fracción arcilla, se destaca en todos los horizontes la presencia de cuarzo, como se observa por los diagramas de Rayos X que se muestran en la Figura 2. Asimismo, se observa una banda que ocupa la región de los 1 a 1,4 nm enmascarando casi totalmente la reflexión de 1 nm que, sin embargo, se manifiesta por las reflexiones de segundo y tercer orden a 0,5 a 0,333 nm y que aparece claramente tras la solvatación con etilenglicol; esto junto con el reforzamiento de la intensidad del pico de 1 nm que se produce tras el calentamiento de la muestra a 550°C sugiere la presencia de illita. Igualmente al solvatar las muestras con etilenglicol se observa un efecto a 1,7 nm que corresponde a esmectitas. El efecto de 1 nm, obtenido tras el calentamiento de las muestras presenta una simetría, abierta hacia los ángulos más bajos, que sugiere el carácter abierto de la illita que corresponde a un mineral deficientemente estructurado, en vías de alteración a esmectita mediante un interestratificado illita-esmectita.

La microscopía electrónica confirma lo anteriormente expuesto, y además parecen observarse en la fracción arcilla de la capa F algunos cristales de caolinita, (Figura 3), en el horizonte A₁ se observa la alteración de las illitas por los bordes difusos de sus láminas (Figura 4), en (B) se detecta algún cristal de haloisita (Figura 5) y en C₁ destaca la presencia de goetita (Figura 6).

La composición mineralógica semicuantitativa de la fracción arcilla de los distintos horizontes del perfil se muestra en la Tabla 5.

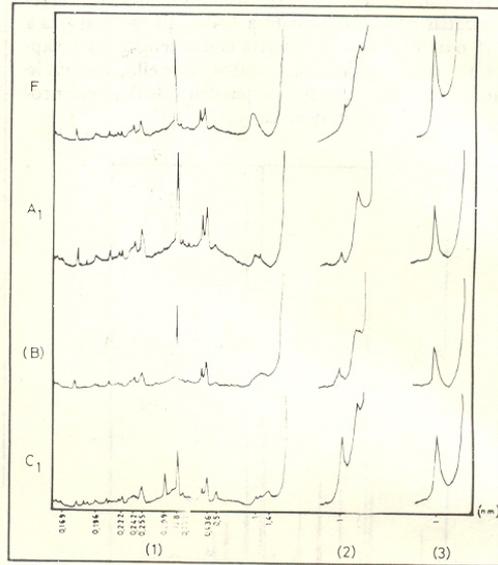


Fig. 2: Diagramas de difracción de rayos X de la fracción arcilla de los distintos horizontes del perfil:

- 1) Agregados orientados
- 2) Agregados orientados + etilenglicol
- 3) Agregados orientados + etilenglicol + 550°C

TABLA 5: Composición mineralógica semicuantitativa de la fracción arcilla de los horizontes.

Horizonte	Cuarzo	Illita	Esmectita	Caolinita	Haloisita	Goetita	Illita-esmectita
F	+++	++++	+	T	-	-	+
A ₁	++	+++	+++	T	-	-	+
(B)	+++	++	+++	-	T	-	+
C ₁	+++	++	++	-	-	T	+
T	0- 5%						
+	5- 15%						
++	15- 30%						
+++	30- 50%						
++++	50- 80%						
+++++	80-100%						

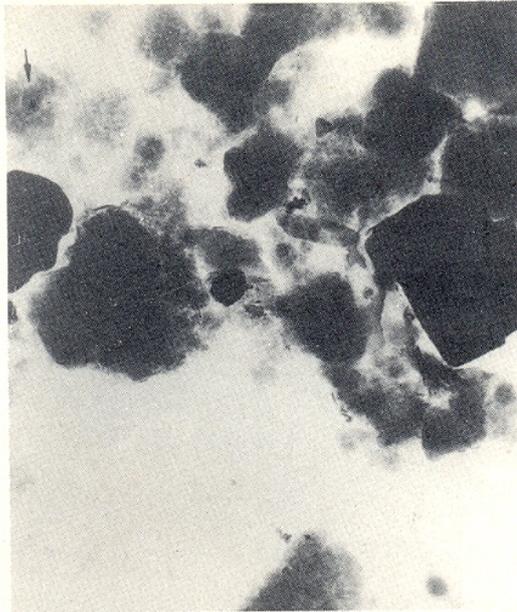


Fig. 3: Fracción arcilla de la capa F (x 22.500)



Fig. 4: Fracción arcilla del horizonte A₁ (x 17.500)

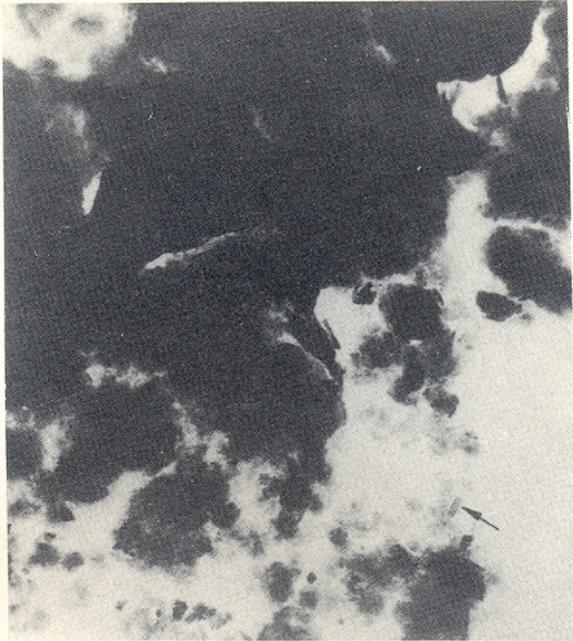


Fig. 5: Fracción arcilla del horizonte (B). (x 17.500)

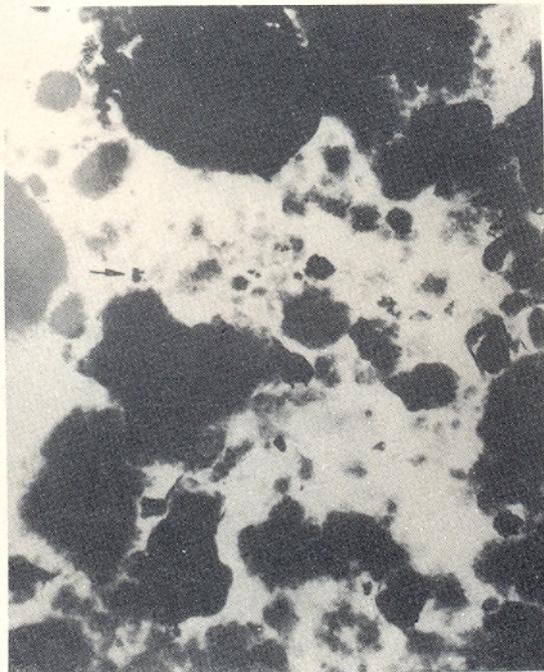


Fig. 6: Fracción arcilla del horizonte C₁ (x 14.400)

CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos, el material sobre el que se desarrolla el perfil se puede clasificar como marga calcárea, cuyos componentes mineralógicos principales son calcita, cuarzo, esmectitas e ilita, siendo estos dos últimos más abundantes en las rocas con mayor nivel de meteorización.

En la fracción arcilla del suelo cabe destacar la presencia de cuarzo, ilitas, esmectitas interestratificados

ilita esmectita, y en menor proporción haloisita, caolinita y goetita. El paso de ilita a esmectita mediante el interestratificado ilita-esmectita parece lógico que ocurra habida cuenta la elevada pluviometría que presenta la zona y el drenaje imperfecto del medio, que hace que el perfil se encuentre saturado en agua gran parte del año.

REFERENCIAS

- Agulleiro, B. y J. J. Alonso, 1972. Geoquímica de las rocas carbonatadas españolas. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.), 70: 5-28.
- Alías, J. L. y J. Hernández, 1980. La fracción arcilla de suelos de alta montaña sobre rocas carbonatadas. I. Entisoles e Histosoles. Anal. Edaf. Agrob. XII; 3-4: 417-427.
- Benítez, C.; J. Mérida; L. Corral y G. Paneque, 1982. Morfología y propiedades químicas de suelos forestales de la Serranía de Grazalema (Cádiz, España). I. Suelos bajo *Quercus rotundifoliae* y *Quercus fagineae*. Anal. Edaf. Agrob. XLI, 1-2: 211-230.
- Bower, C. A.; R. F. Reitemeier y M. Fireman, 1952. Exchangeable cations analysis of saline and alkali soils. Soil Sci., 73: 251-256.
- Corral, L.; J. L. González; J. Mérida y G. Paneque, 1983. Datos medioambientales y edafológicos de la Reserva de Grazalema (Cádiz, España). En: Las Reservas de Biosfera de España. Ed. Junta de Andalucía y Universidad de Sevilla. (En prensa).
- Edwards, A. P. y S. M. Bremner, 1977. Microaggregates in soils. J. Soil Sci. 18: 64-73.
- González, J. L., 1983. Caracterización de la materia mineral de suelos forestales de la Serranía de Grazalema (Cádiz, España). Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- Guillet, B. y B. Souchier, 1979. Les oxyhydroxydes amorphes et cristallins dans les sols (fer, aluminium, manganèse, silicium). En: Bonneau, M. y B. Souchier. Pedologie. II. Constituants et propriétés du sol. Ed. Masson, París. pp 16-37.
- Hoyos, A.; M. L. Palomar y J. Gaván, 1970. Estudio de algunas calizas de la región guipuzcona. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.) 68: 219-242.
- Hoyos, A., M. L. Palomar y M. I. Hernando, 1976. Estudio químico y mineralógico de rocas de la región guipuzcuana. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.). 74: 63-80.
- Martin, M., 1968. Análisis cuantitativo de filosilicatos de la arcilla por difracción de rayos X. Tesis Doctoral. Univ. Granada.
- Montealegre, L., 1976. Mineralogía de sedimentos y suelos (Depresión del Guadalquivir). Tesis Doctoral. Univ. Granada.
- Pinta, M., 1971. Spectrométrie d'absorption atomique. Ed. Masson. París.
- Tan, K. H. y P. S. Troth, 1982. Silica-sesquioxides ratios as aids in characterization of some temperate region and tropical soil clays. Soil Sci. Soc. Am. Jour. 46: 1109-1114.