

## **EVOLUCIÓN DE LOS MINERALES DE LA ARCILLA EN LOS SUELOS DE LA SIERRA DE MOJANTES (CARAVACA, MURCIA).**

Luis J. ALÍAS PÉREZ y Antonio SÁNCHEZ NAVARRO

Dep. Q. Agrícola, Geología y Edafología.  
Facultad de Química, Universidad de Murcia. 30100 (MURCIA)

**Abstract:** The mineralogical composition of clays from profiles belonging to a toposequence from Sierra de Mojantes (central western zone of Murcia) is studied. The clay silicate fraction is made up mainly by illite and a small proportion of kaolinite, both minerals being inherited from the underlying carbonate rock. Besides those minerals, there are smectites, vermiculite, and chlorite, all of them coming from the illite transformation.

**Key words:** ILLITE, KAOLINITE, SMECTITE, VERMICULITE, CHLORITE, SOIL CLAY.

**Resumen:** Se estudia la mineralogía de arcillas de ocho perfiles de una toposecuencia localizada en la Sierra de Mojantes. La fracción filosilicatada está formada, principalmente, por illita y en menor proporción caolinita, ambas heredadas de la roca carbonatada subyacente. Aparte de estos minerales, aparecen esmectitas, vermiculita y clorita, todas ellas procedentes de la transformación de la illita.

**Palabras clave:** ILLITA, CAOLINITA, ESMECTITAS, VERMICULITA, CLORITA, ARCILLA DE SUELOS.

### **INTRODUCCIÓN**

El estudio comparativo de los minerales de la arcilla en el material original y en el suelo es una línea de investigación interesante a la hora de conocer la génesis del suelo y su grado de desarrollo, por lo que son muy numerosos los estudios llevados a cabo y dirigidos a conocer los cambios mineralógicos experimentados en el proceso de edafogénesis, entre los que tienen para nosotros particular importancia los relativos a suelos formados a partir de materiales carbonatados, ya que en el presente trabajo se estudia la mineralogía de la fracción arcilla de los suelos de una catena de la Sierra de Mojantes en relación con la de sus rocas carbonatadas.

Cabe destacar los de Barshad et al. (1956), sobre minerales de la arcilla en rocas carbonatadas de Israel, Botner (1972), en el Sur de Francia, Alías et al. (1977 a y b), Alías y Hernández (1982) y Alías y Martínez (1984), sobre los suelos de muy diversas sierras calizas de la España peninsular, González et al. (1984) sobre génesis y evolución de los minerales de la arcilla en los suelos forestales de la Sierra de Grazalema, así como el de Palomar et al. (1989), relativo a suelos de alta montaña en la provincia de Teruel.

Las características macromorfológicas y analíticas generales de los suelos aquí estudiados aparecen en una publicación anterior (Alías y Sánchez, 1993), en la que también se da

cuenta de los procesos edafogénicos principales que intervienen y de la clasificación de los suelos resultantes (FAO,1988).

**MATERIAL Y MÉTODOS**

El estudio se ha realizado a partir de ocho perfiles de suelos localizados a distintas cotas en la Sierra de Mojantes, en el extremo centro-occidental de la provincia de Murcia, y sus correspondientes rocas carbonatadas. En la figura 1 se representa, muy esquemáticamente, el corte topográfico, la situación y la macromorfología de los perfiles.

Para la extracción y determinación de los minerales de la arcilla se han seguido los métodos siguientes: Eliminación de carbonatos (Ostrom, 1961) y materia orgánica (Kunze, 1965); saturación en Mg y en K (Jackson, 1956); solvatación con etilenglicol (Bradley, 1945; Brindley, 1966); tratamiento térmico y ataque ácido (Martín Vivaldi y Rodríguez Gallego, 1961); prueba de Greene-Kelly (1953).

Los diagramas de difracción de RX se han obtenido en un equipo Philips PW 1719 provis-

to de goniómetro vertical, panel electrónico de registro, monocromador de grafito y contador proporcional, operando bajo las siguientes condiciones de trabajo: radiación K $\alpha$  Cu, intensidad 24 mA, voltaje 40 kV, filtro de Ni, rendija de ventana de 1 $^\circ$ , rendija de contador de 0.1 $^\circ$ , velocidad de exploración 1 $^\circ$  20 min $^{-1}$ , velocidad de papel de 10 mm min $^{-1}$ , sensibilidad 5 x 10 $^3$  y 1 x 10 $^4$  según la intensidad de las reflexiones.

Los diagramas se han interpretado según Thorez (1975). El análisis semicuantitativo se ha realizado utilizando los poderes reflectantes que dan Martín Pozas (1968) y Martín Pozas et al. (1969).

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Para comentar los resultados obtenidos resulta práctico establecer tres grupos de suelos según su posición topográfica:

*1.- Suelos de cima.*

Se encuentran en la parte cacuminal de la Sierra (P4) o en la cumbre de los pequeños ce-

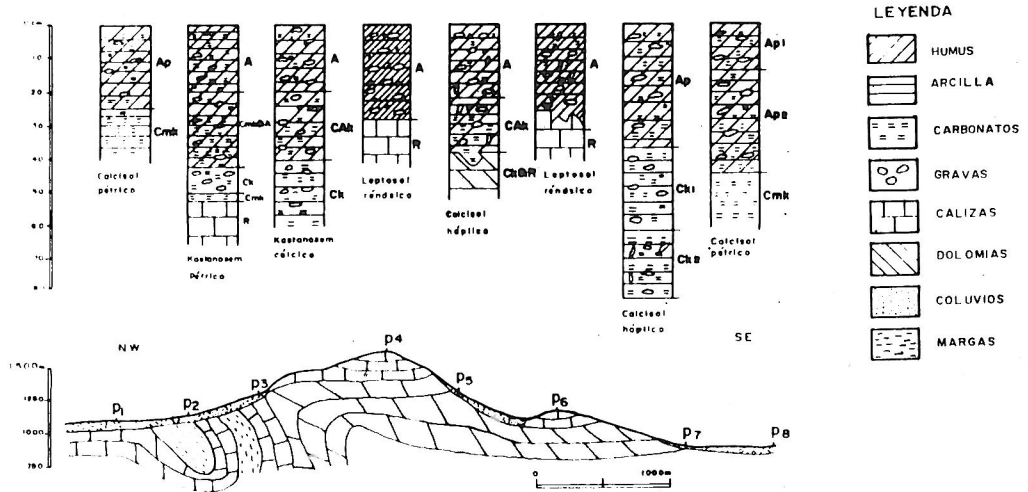


Figura 1: Corte topográfico y macromorfología de suelos en la catena de Mojantes.

ros de la ladera Sur (P6) y, por tanto no reciben aportes; son *Leptosoles réndricos* (FAO, 1988). Se pueden considerar perfiles guía a la hora de interpretar su mineralogía en relación con la de la roca subyacente.

Se observa en ellos, (fig. 2), un predominio de illita, fresca en la roca y abierta hacia vermiculita en el suelo, siendo casi exclusiva en la primera, ya que supera el 95 por ciento de su arcilla. En el agregado orientado, A.O., de arcilla-Mg del horizonte A y, con menor intensidad,

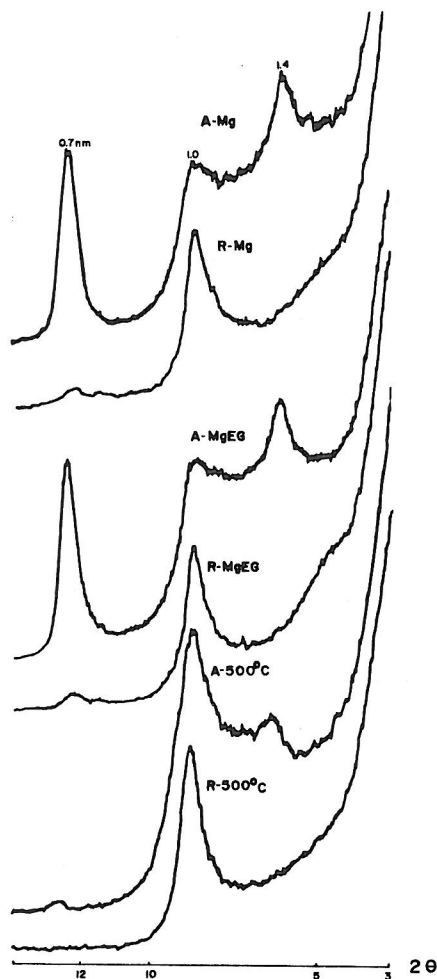


Figura 2: Difractogramas A.O. de arcilla-Mg del horizonte A y la Roca del perfil P4.

en el de la roca aparece una reflexión en la zona de 0.7 nm que en gran parte corresponde a caolinita, como se observa tras el ataque ácido. En el difractograma de A.O. de la arcilla del horizonte A también existe una reflexión a 1.4 nm, que no experimenta variación al solvatar con etilenglicol, lo cual implica ausencia de arcillas hinchables de tipo esmectítico; su permanencia tras el tratamiento térmico, si bien con menor intensidad, y el reforzamiento del pico de la illita (1.0 nm), atribuible al colapso de la vermiculita, indican que existe este mineral y algo de clorita. Puede afirmarse, pues, que en el horizonte A existe illita, caolinita, vermiculita y clorita. En los diagramas de arcilla de la roca saturada en Mg y calentada a 5000C no se aprecia ningún efecto de difracción en la zona de 1.4 nm ni diferencia sensible en la intensidad del pico a 1.0 nm, por lo que se descarta la presencia de minerales de alto espaciado basal, si bien es cierto que en el diagrama de arcilla-MgEG aparece una muy ligera inflexión, dudosamente significativa, en la zona de ángulos bajos. Los difractogramas de polvo indican que los filosilicatos son esencialmente de naturaleza dioctaédrica, ya que la reflexión 060 aparece a 0.150 nm, sin que pueda excluirse la existencia de los trioctaédricos, porque su reflexión 060 está interferida por el cuarzo.

Desde el punto de vista edafogenético, podemos considerar la caolinita, cuarzo e illita como minerales heredados de la roca madre, con aumento de la concentración relativa de los dos primeros en el suelo con respecto a la roca, debido a su gran estabilidad química. La illita, heredada también de la caliza, disminuye en proporción en el suelo, debido a la degradación que sufre, conducente a la formación de vermiculita, y la ulterior agradación de ésta a clorita en un ambiente básico y rico en magnesio.

## 2.- Suelos de ladera.

Se sitúan en zonas intermedias, en pendientes por lo general mayores del 15 por ciento, con aportes y pérdidas constantes de materiales. El perfil es más desarrollado, de tipo A-Ck-R ó A-Ck-Cmk.

La arcilla de la roca está compuesta por illita, cuarzo y algo de caolinita, mientras que la del suelo, aparte de los anteriores, contiene ciorita, esmectitas y vermiculita, siendo los filosilicatos esencialmente de naturaleza dioctaédrica, como puede observarse en la figura 3, en la que se presentan los diagramas de A.O. del perfil P5 (*Calcisol háplico*), como más representativo de la zona. La illita predomina en la roca y en el suelo, pero en proporción

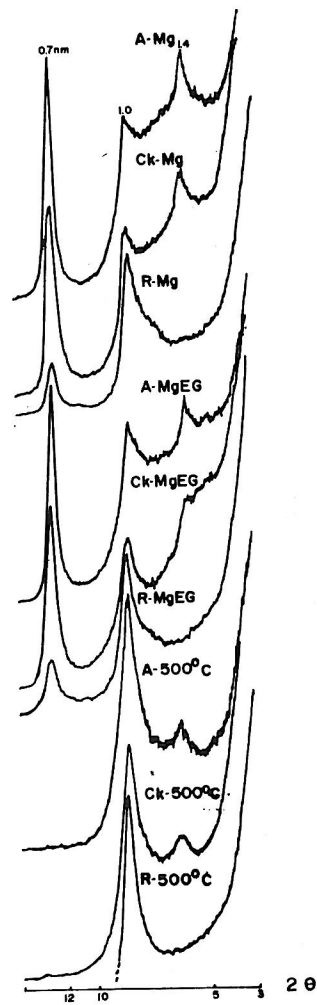


Figura 3: Ditractogramas de A.O. de arcilla-Mg de los horizontes A, Ck y de la roca del perfil P5.

menor en este último y con carácter más abierto hacia vermiculita, es decir que la alteración de la illita se intensifica hacia la superficie. Al igual que ocurre en los suelos de la cima, la proporción de illita es menor en el suelo que en la roca, como consecuencia de la degradación sufrida por este mineral. La caolinita, en proporciones que rondan el 10 por ciento de la fracción silicatada de la roca, se concentra en el suelo, alcanzando valores próximos al 20 por ciento en algunos horizontes. El pico a 1.4 nm que aparece en los agregados saturados en Mg de los horizontes A y Ck tiene un comportamiento diferente en la solvatación con etilenglicol, ya que, mientras en el horizonte A no sufre una variación significativa hacia espaciados más altos, el correspondiente al horizonte Ck desaparece como tal y aparece una banda entre los 1.7 y 1.4 nm, atribuible a muy escasas esmectitas y otros minerales de 1.4 nm.

En el tratamiento térmico disminuye la intensidad de la reflexión a 1.4 nm y se incrementa la de 1.0 nm, por colapso de la vermiculita en el horizonte A y el de este mineral y las escasas esmectitas presentes en el Ck, siendo patente la existencia en ambos de clorita.

La arcillización en la zona de ladera presenta algunas diferencias importantes con respecto a la de la cima. La caolinita y el cuarzo, heredados de las calizas y dolomías subyacentes, se concentran en el suelo en relación con el material del que proceden. La illita, heredada también, sufre una degradación progresiva a vermiculita; a diferencia de los suelos de la cima, en los horizontes más profundos, con intensa acumulación de  $\text{CaCO}_3$ , se aprecia la formación incipiente de esmectitas. En la última fase de la evolución, parte de la vermiculita sufre una degradación y pasa a clorita.

### 3.- Suelos de piedemonte y glacis.

Ocupan pendientes suaves (<2 por ciento) y cotas no superiores a 1000-1100 m, sobre sedimentos cuaternarios cementados por  $\text{CaCO}_3$ . Su perfil característico es de tipo A-Cmk, cuyo horizonte A suele estar intensamen-

te perturbado por acción antrópica y se sitúa sobre una costra caliza fuertemente cementada.

El estudio comparativo de la mineralogía de arcillas pone de manifiesto la diferencia existente entre las costras calcáreas de las vertientes septentrional y meridional de la Sierra, de tal manera que mientras la primera presenta una mineralogía semejante al suelo que la cubre, la costra del glacis Sur de la Sierra representa una discontinuidad litológica. La figura 4, correspondiente a los A.O. de arcilla-Mg de Ap1 y Cmk del perfil P8 (Calcisol pétrico), revela esta discontinuidad. Mineralógicamente, el horizonte Ap1 se caracteriza por el predominio de la illita y vermiculita y cantidades menores de esmectitas, caolinita, clorita y cuarzo. La arcilla del horizonte petrocálcico es rica en esmectitas, que, de acuerdo con los resultados de la prueba de Greene-Kelly, corresponden a montmorillonita y cuyo comportamiento por difracción

de RX, tras su saturación en K, indica que son esmectitas de alta carga; representan el 50 por ciento y el resto de minerales corresponden a illita, caolinita, clorita y cuarzo.

La posición topográfica favorece la recepción de materiales edáficos de la Sierra, por lo que la mineralogía de los horizontes situados sobre la costra es análoga a la de los de ladera, si bien parte de las esmectitas pueden proceder de la disgregación, por acción del arado, del horizonte petrocálcico. La costra subyacente, con abundante montmorillonita, debe corresponder a un paleosuelo formado bajo condiciones climáticas distintas de las actuales, responsables de su rubefacción.

## CONCLUSIONES

Las principales conclusiones que se pue-

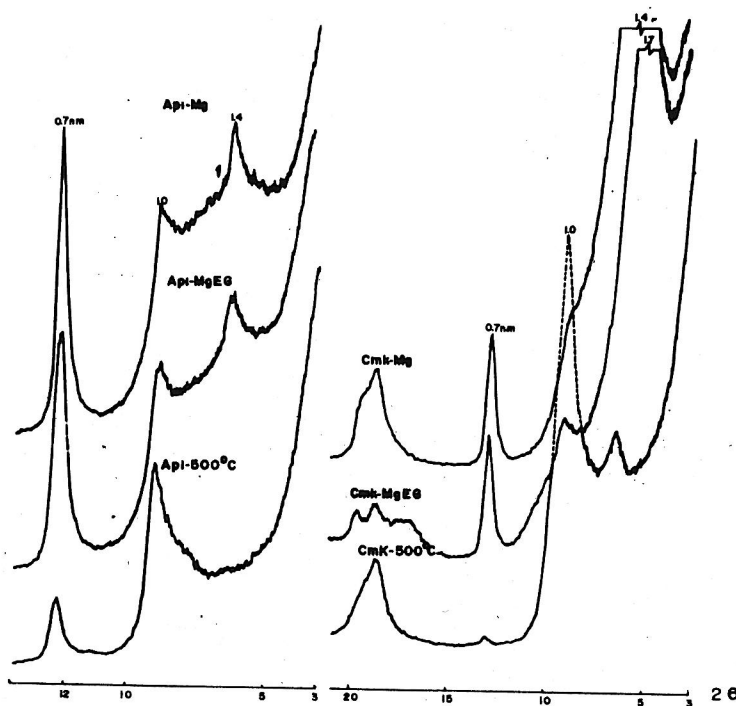


Figura 4: Difractogramas A.O. de arcilla-Mg de los horizontes Ap1 y Cmk del perfil P8.

den establecer a partir de los resultados obtenidos son:

-La illita es el mineral de la arcilla predominante en las rocas (calizas y dolomías) y en los horizontes del suelo, en los que evoluciona en parte a vermiculita, montmorillonita y clorita.

-En el suelo se concentran el cuarzo y la caolinita, minerales heredados de la roca madre y de gran estabilidad química.

-La costra caliza del glacis y piedemonte meridional tiene una mineralogía de arcillas muy enriquecida en montmorillonita, a diferencia de la existente en la vertiente septentrional, que se asemeja más a la de los otros horizontes del suelo.

-La analogía en la mineralogía de arcillas de la costra caliza y los demás horizontes del suelo en la zona septentrional de la Sierra apuntan a una edafogénesis reciente, en la que tiene lugar la cementación del horizonte petrocálcico, mientras que las diferencias tan acusadas que se observan en los suelos del glacis meridional, señalan la existencia de una discontinuidad litológica entre la costra caliza de un paleosuelo y el material edáfico que la recubre.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alfás, L. J., Linares, P. y Ortiz, R. (1977a): Suelos forestales de la Sierra de la Pila. *An. Edaf. y Agrob.*, XXXVI, nums. 9-10, 1029-1046.
- Alfás, L. J., Nieto, M. y Albadalejo, J. (1977b): Contribución al estudio de la terra rossa española. II. Mineralogía de la fracción arcilla, *An. Edaf. Agrob.*, XXXVI, 97-108.
- Alfás, L. J. y Hernández, J. (1982): La fracción arcilla de suelos de alta montaña sobre roca carbonatada. III Rendolls. *An. de Edaf. y Agrob.*, 41, 2177-2186.
- Alfás, L. J. y Martínez, J. (1984): Mineralogía de arcillas de los Haploxerolls de las sierras de María y de Orce. I Congreso Nac. Ciencia Suelo, II, 995-1004.
- Alfás, L. J. y Sánchez, A. (1993): Toposecuencia de suelos en la Sierra de Mojantes. XIII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, II, 879-887.
- Barshad, I., Halevy, E., Gold, H. A. and Hagin, J. (1956): Clay minerals in some limestone soils from Israel. *Soil Sci.*, 81, 423-437.
- Bottner, P. (1972): Evolution des sols en milieu carbonaté. La pedogénèse sur roches calcaires dans une sequence bioclimatique méditerranéo-alpine du Sud de la France. *Sciences Géologiques. Memoire n° 37.* Univ. L. P. de Strasbourg (Francia).
- Bradley, W. F. (1945): Molecular associations between montmorillonite and some polyfunctional organic liquids. *J. Am. Chem. Soc.* 67, 975-981.
- Brindley, G. W. (1966): Ethylene glycol and glycerol complexes of smectites and vermiculites. *Clay Min.*, 6, 119.
- FAO (1988): Soil Map of de World, Revised Legend. *World Soil Resources Report 60*, FAO. Rome.
- González, J. L., Mérida, J., Corral, L. y Paneque, G. (1984): Génesis y evolución de los minerales de la arcilla en suelos forestales de la reserva de Grazalema (Cadiz). I Congreso Nac. Ciencia Suelo, II, 971-980.
- Greene-Kelly, R. (1953): Identification of montmorillonoids. *J. Soil Sci.* 4, 233-237.
- Jackson, M. L. (1956): Soil chemical analysis. *Advanced course Depart. of Soils. Univ. of Wisconsin. Madison.*
- Kunze, G. W. (1965): Pretreatment for mineralogical analysis. *Methods of Soil Analysis, part I*, 573, 574. *Amer. Soc. of Agro. Inc. Madison. Wisconsin.*
- Martín Pozas, J. M. (1968): Análisis cuantitativo de filosilicatos de la arcilla por difracción de rayos X. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Martín Pozas, J. M., Martín Vivaldi, J. L. y Rodríguez Gallego, M. (1969): Análisis cuantitativo de filosilicatos de la arcilla por difracción de rayos X. *An. Real Soc. Esp. Fis. y Quim. Serie B. LV.*, 109-112.
- Martín Vivaldi, J. M. y Rodríguez Gallego, M.

- (1961): Some problems in the identification of clay minerals in mixture by X-Ray diffraction. I. Chlorite-kaolinite mixtures. Clay min. Bull. vol. 4, nº 26, 288-292.
- Ostrom, M. E. (1961): Separation of clay minerals from carbonate rocks by wing acid. J. Sed. Petr., 31, 1, 123-129.
- Palomar, M. L., Hernando, J. y De La Cruz, M. T. (1989): Contribución al estudio de suelos de alta montaña (provincia de Teruel). II. Estudio químico y mineralógico. Génesis. An de Edaf. y Agrob., 48, 273-289.
- Thorez, J. (1975): Phyllosilicates and clay minerals. Ed. G. Lelotte. Disson. Bélgica.