

MINERALOGÍA DE ARCILLAS DE SUELOS GLEI Y DE CÉSPED ALPINO DE LA CORDILLERA CENTRAL

M. A. VICENTE
M. SÁNCHEZ CAMAZANO
M. J. SÁNCHEZ MARTÍN

SUMMARY: Clay mineralogy of seven profiles of the Cordillera Central has been studied. The clay minerals commonly encountered are, kaolinite, illite, vermiculite-chlorite intergrade, illite intergrade interstratified and crystallized iron and aluminium oxides.

The degree of mica-intergrade transformation is higher in the surface horizons and stronger in soils developed from granites as compared to those from schists. Gibbsite occurs in all the profiles. In certain profiles, the presence of goethite and the additional presence of lepidocrocite in gley horizons, was detected.

RESUMEN: Se estudia la composición mineralógica de la fracción arcilla de siete perfiles de la Cordillera Central clasificados como tierras pardas de césped y glei. Los minerales de la arcilla presentes en general son caolinita, ilita, intergrados vermiculita-clorita, interestratificados intergrados-ilita y óxidos cristalizados de hierro y aluminio.

El grado de transformación mica-intergrados es más acusado en los suelos sobre granitos que en los suelos sobre esquistos y también es mayor en general en los horizontes superficiales de los perfiles. Aparece gibsita en todos los perfiles, en algunos goetita y en los horizontes glei es frecuente la presencia de lepidocrocita.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se estudia la mineralogía de la fracción arcilla de una serie de suelos situados en la Cordillera Central. Estos suelos han sido estudiados y clasificados en trabajos anteriores por LUFFIEGO et al. (1977) y GALLARDO y PRAT (1981) y de acuerdo con sus conclusiones se diferencian claramente dos tipos: Unos situados en laderas, sin signos de hidromorfía, clasificados como tierras pardas de césped (cambisoles húmicos) y otros en zonas llanas o depresiones con capa freática oscilante, clasificados como gleis (gleisoles húmicos). Se pretende contribuir a un conocimiento más completo de estos suelos y a su vez estudiar, en medio natural, la influencia que en la evolución de los minerales primarios tienen ciertos factores, como clima ambiental, el clima edáfico fuertemente condicionado por el relieve, y la materia orgánica poco humificada debido a las condiciones climáticas y biológicas.

MATERIALES Y MÉTODOS EXPERIMENTALES

Los perfiles estudiados están situados en la Cordillera Central a altitudes que oscilan entre los 1.300 y 1.900 m. Los datos climáticos de la zona, la descripción detallada de los perfiles y los datos analíticos de los mismos ya han sido publicados (LUFFIEGO et al., 1977; GALLARDO y PRAT, 1981). En la Tabla I se incluye una descripción esquemática de los perfiles, junto con algunas características interesantes desde el punto de vista de este trabajo.

La fracción $< 2\mu\text{m}$ extraída por sedimentación de los distintos horizontes se estudió mediante las técnicas de análisis térmico diferencial y difracción de rayos X. Asimismo se determinó la capacidad de cambio de cationes. Se hicieron diagramas de rayos X de agregados orientados de las muestras Mg, naturales, tratados con glicerol y calentados a 500°C . Con el fin de eliminar el aluminio situado en los espacios interlaminares, y los óxidos amorfos, con vistas por un lado a la determinación del tipo de intergrado y por otro para conseguir la liberación de las arcillas ligadas a los compuestos orgánicos por los iones hierro y aluminio, se procedió al tratamiento de las muestras con citrato sódico (ROBERT y TESSIER, 1974). Posteriormente la muestra libre de óxidos se saturó con Mg y con K, obteniéndose diagramas de agregados orientados de ambas muestras y de la muestra K calentada a 110°C y a 300°C .

TABLA I
DATOS DE LOS PERFILES

Perfil	Situación, altitud, topografía, drenaje: (externo, interno)	Roca, vegetación	Tipo de suelo	Horizontes profund. cm.	H ₂ O	pH	CIK	Arcilla %	Arcilla c.c.c. meq/100 g
I	Hoyos del Espino (Ávila) 1400 m. Llanura en vaguada Lento; lento	Material procedente de granito <i>Nardus stricta</i> , <i>Alopecurus pratensis</i>	Glei (Gleisol húmico)	A	0-30	5,8	4,5	23,2	28,58
				Go	30-45	6,1	4,3	16,0	23,75
				Gr2	80-110	6,2	4,4	12,5	24,94
				Gr3	+110	6,5	4,5	9,2	26,16
II	Puerto de Paramera (Navalmoral de Pinares) 1.480 m. Vaguada Lento, malo	Granito <i>Juncus conglomeratus</i> <i>Trifolium sp.</i> , gramíneas	Glei (Glei móllico)	A11	0-20	5,5	4,3	3,0	37,03
				A12	20-35	5,8	4,5	11,5	30,11
				A3 _g	35-60	5,9	4,6	15,3	28,07
				Cr	+60	6,1	4,5	17,8	24,41
III	Puerto de las Lanchas (Navalperal de Pinares) 1.400 m. Ladera 3 % Lento, lento	Granito rosado Pradera con gramíneas leguminosas	Tierra parda de césped (Cambisol húmico)	A	0-15	5,4	4,1	16,5	41,10
				A3B	15-50	5,8	4,3	17,2	31,33
				Bw	50-80	5,7	4,0	11,5	35,81
				Cg	+80	5,0	4,0	12,0	30,92
IV	Puerto de la Paramera (Riofrio) 1480 m. Vega, llano Lento, lento	Granito Pradera de gramíneas y leguminosas	Glei empardecido (Glei móllico)	A	0-20	5,7	4,4	12,5	39,06
				A3Bwg	20-50	5,9	4,2	13,5	35,81
				Bwg	50-90	5,9	4,2	15,5	30,52
				Cr	+90	5,7	4,5	3,0	32,55

TABLA I
 DATOS DE LOS PERFILES (continuación)

Perfil	Situación, altitud, topografía, drenaje: (externo, interno)	Roca, vegetación	Tipo de suelo	Horizontes profund. cm.	H ₂ O pH CIK	Arcilla %	Arcilla c.c.c. meq/100 g
V	Puerto de las Lanchas (Navalperal de Pinares) 1360 m. Ladera, 14 % Excesivo, bueno	Granito rosado Pradera con <i>Avena sativa</i> y muscineas	Ranker mulliforme subalpino (Ranker)	A11 0-20 A12 20-60 Cr +60	5,6 4,2 6,4 4,7	8,5 9,0	30,92 30,92
VI	Cañada (San Bartolomé de Pinares) 1300 m. Llano Malo, malo	Esquistos micáceos <i>Quercus pyrenaica</i> , gramináceas	Suelo lixiviado gleizado (Luvisol gleico)	A 0-10 A3B 10-20 Bg 20-50 Cg 50-70 Cr +70	5,6 4,5 5,8 4,5 5,8 4,5 5,7 4,3 6,1 4,2	25,4 34,0 26,0 19,0 17,3	30,11 26,04 21,16 21,56 23,19
VII	La Herguijuela (Ávila) 1.900 m. Ladera 5 % lento, lento	Esquistos metamórficos <i>P. bulbosa</i> , <i>Sarolaminus scoparius</i>	Tierra parda de césiped (Cambisol húmico)	A11 2-20 A12 20-50 A/(B) 50-80 (B)/C1 +80	4,6 3,6 5,0 3,8 5,1 3,9 5,1 3,8	15,0 17,4 12,5 11,5	35,52 50,87 47,64 26,16

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudio mineralógico de la fracción arcilla

Los difractogramas muestran en general reflexiones a 7,13 Å, 10 Å, 12 Å y 14 Å. Las dos primeras corresponden a caolinita e illita respectivamente. Las modificaciones de las reflexiones a 12 Å después de sometidas las muestras a los tratamientos anteriormente indicados, ponen de manifiesto la presencia de intergradados vermiculita-clorita y de interestratificados de illita con dicho intergrado (Fig. 1). La capa hidroxialuminosa interlamina presenta, según los casos, mayor o menor grado de ordenación y continuidad, llegando a tratarse algunas veces, al menos en parte, de clorita secundaria (perfiles II y VII). En los diagramas de todos los perfiles aparece con intensidad baja o media la línea a 4,85 de gibbsite y en los correspondientes a los perfiles III, IV y VI aparece además la línea a 6,25 Å correspondiente a lepidocrocita.

Las curvas de análisis térmico diferencial presentan un efecto endotérmico correspondiente al agua de hidratación amplio, poco definido y que se prolonga hasta 250°C, típico de la deshidratación de geles amorfos de hierro y aluminio; presentan además el efecto endotérmico a 550-570 característico de illita y caolín, más o menos agudo según la proporción del segundo mineral. Aparece además en todas las curvas una inflexión o efecto endotérmico definido, de intensidad variable, en la zona 290-325°C correspondiente a la gibbsite detectada por difracción de rayos X.

Los valores de la capacidad de cambio de cationes de estas arcillas oscilan entre 21,2 y 50,9 meq/100 g, observándose en general una pequeña disminución al descender en el perfil.

A partir de los resultados de rayos X, teniendo en cuenta el poder reflectante de cada mineral (JOHNS et al., 1954; MARTÍN VIVALDI y RODRÍGUEZ GALLAGO, 1964) y las curvas de ATD, se da la distribución aproximada de los minerales a lo largo de los perfiles. Se tiene especial interés en señalar que, aunque esta distribución es simplemente aproximada, se ha preferido cuantificar utilizando porcentajes, en lugar de términos tan ambiguos como contenido bajo, medio o alto, con el fin de tener una visión rápida de lo que sucede al pasar de un horizonte a otro, en cuanto a la alteración de los minerales de la arcilla se refiere.

Génesis y evolución de los minerales de la arcilla

En la fracción inferior a dos micras de los distintos horizontes del perfil I, de pH moderadamente ácido y desarrollado sobre material granítico, aparece caolinita e illita, existiendo una transformación illita intergradados vermiculita-clorita, más acusada en los horizontes superiores. Como etapas intermedias de esta transformación se detectan interestratificados intergradados-illita. Junto

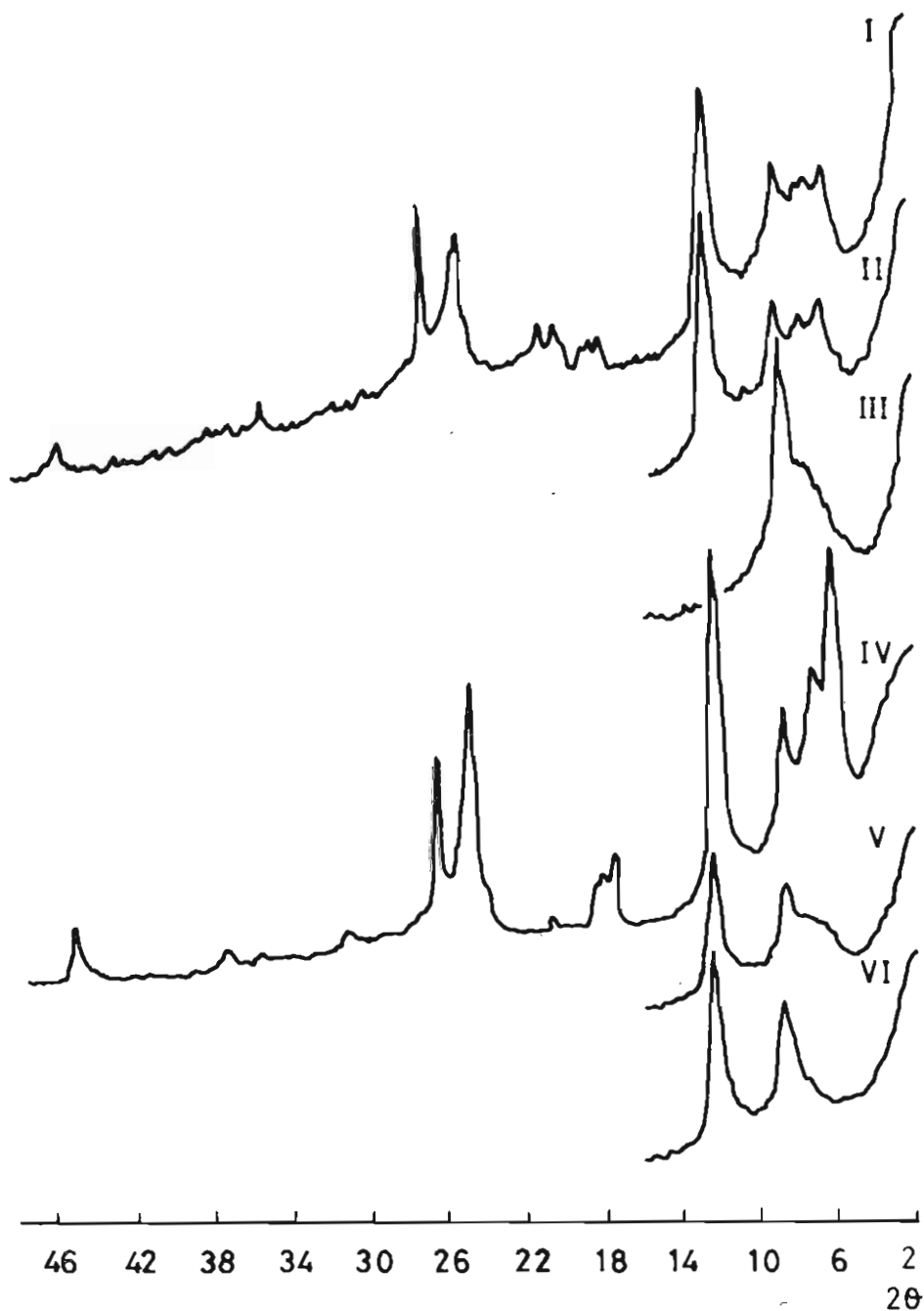


FIG. 1. *Difractogramas de la fracción arcilla del horizonte Go del Perfil I. Agregado orientado de la muestra-Mg: I) natural; II) tratado con glicerol; III) calentado a 500°C. Agregado orientado de la muestra tratada con citrato: IV) saturada con Mg; V) saturada con K y calentada a 110°C; VI) saturada con K y calentada a 300°C.*

a estos minerales existe en todos los horizontes una pequeña proporción de gibsita.

El perfil II, lo mismo que el anterior, es un glei, con pH moderadamente ácido y desarrollado sobre granito. La caolinita aparece en mayor proporción en el horizonte Cr y la evolución mica, intergrado vermiculita-clorita (inferior en el horizonte Cr) llega en parte a la formación de un mineral con características de clorita secundaria. En todos los horizontes aparece gibsita en pequeña proporción.

En el perfil III, clasificado como tierra parda de césped con gleización profunda, la fracción arcilla está asimismo formada por caolinita, ilita degradada e intergrados que, al menos en parte, presentan características análogas a las «cloritas expandibles» (MARTÍN VIVALDI y McEWANS, 1960). Aparece gibsita como en los anteriores y en los horizontes Bw y Cg lepidocrocita. Este óxido, frecuente en suelos hidromorfos de clima húmedo templado, ya ha sido detectado por los autores en el estudio de suelos gleizados de la Sierra de Francia (VICENTE y SÁNCHEZ CAMAZANO, 1981).

La fracción arcilla del perfil IV está también formada por caolinita, ilita e intergrados. Gibsita aparece como en los anteriores y en el horizonte Bwg lepidocrocita y goetita.

El perfil V se ha desarrollado sobre la misma roca madre (granito), pero en una zona de pendiente acusada y con buen drenaje. Es un suelo poco desarrollado (Ranker) y con pequeña proporción de arcilla. La composición de ésta es, como en los anteriores, caolinita, ilita, intergrados y una pequeña proporción de gibsita.

Es de notar la analogía existente entre la composición mineralógica de la fracción arcilla de este perfil y las de los anteriores, a pesar de que su buen drenaje podría hacer pensar en una evolución más avanzada de los minerales primarios. La explicación puede estar en que su situación en una ladera de acusada pendiente provoca un constante rejuvenecimiento. Por otra parte en los perfiles I a IV, a pesar de mal drenaje que en algunos casos da lugar a fenómenos de hidromorfía, la solución del suelo pobre en bases (el pH es moderadamente ácido en todos ellos) y los posibles aportes de suelos situados en zonas más elevadas, explican su mineralogía.

El perfil VI, desarrollado sobre esquistos micaceos, es un Luvisol gleico. La fracción arcilla está formada de caolinita e ilita, esta última sólo ligeramente abierta. En los horizontes B y C aparecen goetita, en los B3g, Cg y Cr lepidocrocita, particularmente abundante en el horizonte Cr, y en todos ellos gibsita.

El perfil VII corresponde a una tierra de césped alpino situada a gran altitud (1.900 m) con pH muy ácido y elevado contenido en humus mull ácido. Componen la fracción arcilla, ilita como mineral predominante, caolinita e intergrados vermiculita-clorita, que presentan interestratificaciones con ilita. En todos los horizontes aparece gibsita cuyo contenido aumenta con la profundidad, alcanzando en el horizonte más profundo el 15 %.

TABLA II
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA APROXIMADA DE LA FRACCIÓN 2μ DE LOS PERFILES

Perfil	Horiz.	Caolinita %	Ilita %	*Intergrado %	Gibbsite %	Lepidocrocita %	Otros
I	A	20	40	40	+	—	**I-V
	Go	30	40	30	+	—	I-V
	Gr2	25	45	30	+	—	I-V
	Gr3	30	50	20	+	—	I-V
II	A11	25	15	60	+	—	—
	A12	25	15	60	+	—	—
	A3g	25	15	60	+	—	—
	Cr	35	35	30	+	—	I-V
III	A	25	40	35	+	—	—
	A3B	30	35	35	+	—	—
	Bw	30	40	30	+	+	—
	Cg	40	35	25	+	+	—
IV	A	20	40	40	+	—	—
	A3Bwg	20	40	40	+	—	—
	Bwg	20	40	40	+	+	Goetita
	Cr	15	50	35	+	—	—
V	A11	20	40	40	+	—	—
	A12	25	35	40	+	—	—
VI	A	35	65	—	+	—	—
	A3B	30	70	—	+	—	Goetita
	B3g	20	80	—	+	+	»
	Cg	20	75	—	+	5	»
	Cr	20	70	—	+	10	»
VII	A11	20	45	30	5	—	I-V
	A12	20	50	25	5	—	I-V
	A/(B)	25	45	20	10	—	I-V
	(B)/C1	25	45	15	15	—	I-V

* Intergrado vermiculita-clorita

** Interestratificados de ilita e intergrado vermiculita-clorita

+ Menos del 5 %

Por último cabe señalar que el menor grado de transformación mica-intergrados corresponde a los perfiles VI y VII, ambos desarrollados sobre esquistos, lo que debe estar relacionado probablemente con el tipo de mica, ya que de acuerdo con los estudios experimentales de alteración de micas realizados por RAZZAGHE-KARIMI (1976) el grado de evolución de estos silicatos depende en gran medida de su naturaleza y especialmente de la capa octaédrica.

NOTA

Han colaborado en la parte técnica del trabajo P. Rodríguez Palacios y V. Nieves Paz.

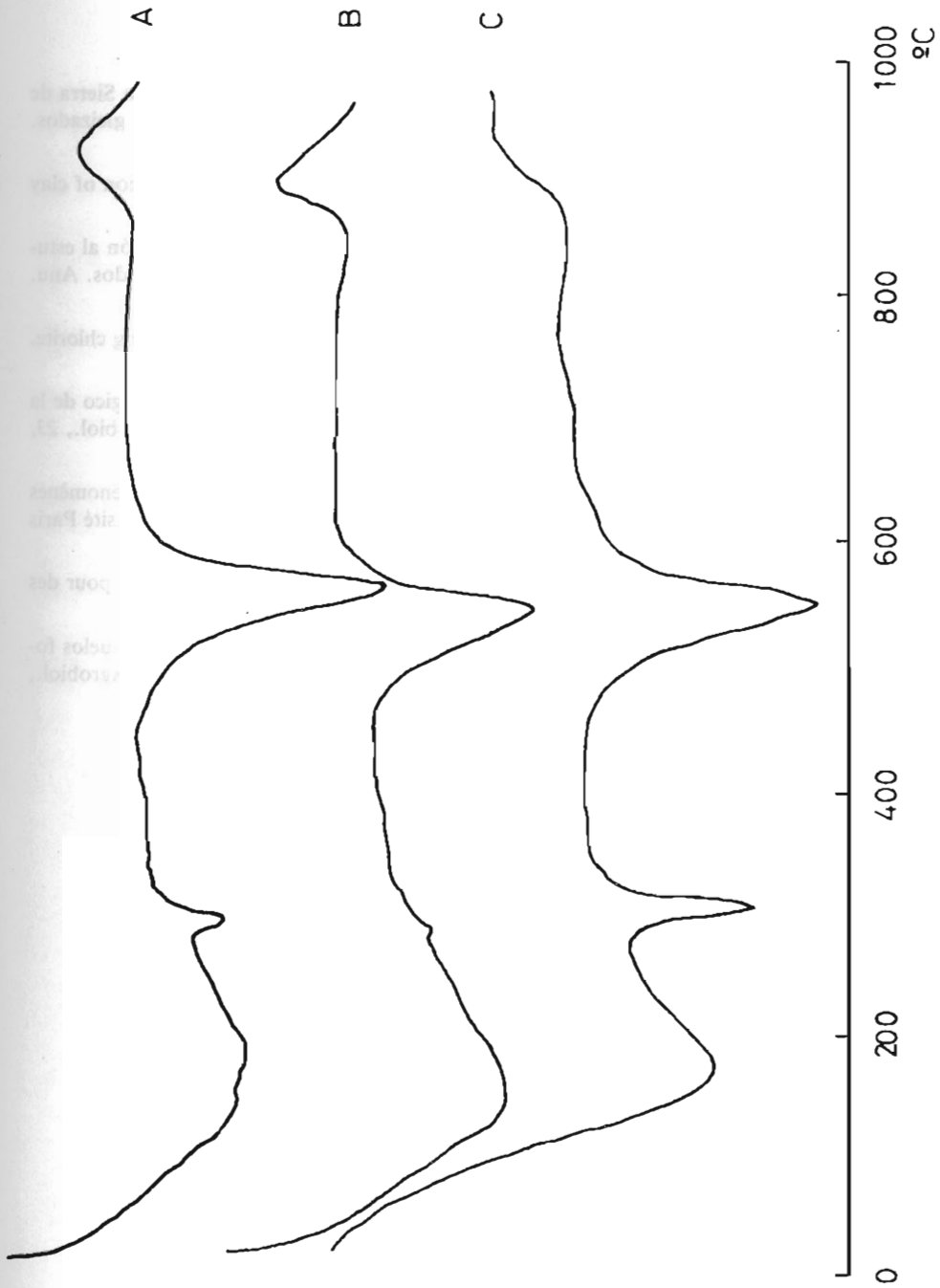


FIG. 2. Curvas de análisis térmico diferencial de la fracción arcilla: A) horizonte Gr2 del Perfil I; B) horizonte A3g del Perfil II; C) horizonte A/(B) del Perfil VII.

BIBLIOGRAFÍA

- GALLARDO, J. F. y PRAT, L. (1981): Contribución al estudio de los suelos de la Sierra de Malagón y La Paramera de Ávila: Tierras pardas de césped y suelos gleizados. *Studia Oecológica*, 2, 7-23.
- JOHNS, W. D.; GRIM, R. E. and BRADLEY, W. F. (1954): Quantitative estimation of clay minerals by diffraction methods. *J. Sediment. Petrol.*, 24, 242-251.
- LUFFIEGO, M.; GARCÍA RODRÍGUEZ, A. y GALLARDO, J. F. (1977): Contribución al estudio de los suelos hísticos y glei de la vertiente norte de la Sierra de Gredos. *Anu. Cent. Edafol. Biol. Apl. Salamanca*, 3, 155-177.
- MARTÍN VIVALDI, J. L. and MACÉWANS, D. M. C. (1960): Corrensite and swelling chlorite. *Clay Min. Bull.*, 4, 173-181.
- MARTÍN VILVALDI, J. L. y RODRÍGUEZ GALLEGRO, M. (1964): Estudio mineralógico de la fracción arcilla de los suelos de la Vega de Granada. *An. Edafol. Agrobiol.*, 23, 485-497.
- RAZZAGHE-KARIMI, M. H. (1976): Contribution a l'étude expérimentale des phénomènes d'altération en milieu organique acide. Thèse de Doctorat d'État, Université Paris VI, 220 pp.
- ROBERT, M. et TESSIER, D. (1974): Méthode de préparation des argiles des sols pour des études minéralogiques. *An. Agrom.*, 25, 859-882.
- VICENTE, M. A. y SÁNCHEZ CAMAZANO, M. (1981): Mineralogía de arcillas de suelos forestales del Centro-Oeste de España. II. Sierra de Francia. *An. Edafol. Agrobiol.*, 40, 367-380.