

CLASES MINERALOGICAS: LA CLASE "MEDIAL" EN SUELOS GRANITICOS DE GALICIA

R. Romero, C. García y F. Macías

Dpto. de Edafología y Química Agrícola. Fac. Biología. Univ. de Santiago.

RESUMEN

Se pone de manifiesto la existencia en suelos derivados de rocas graníticas de Galicia de la clase mineralógica Medial, definida tanto con los criterios de la Soil Taxonomy como con los propuestos por el ICOMAND; sin embargo las propiedades diagnósticas están fuertemente influenciadas por la riqueza en materia orgánica. Se considera más conveniente aplicar los criterios que el ICOMAND propone para definir la clase mineralógica "amórfica", por su relación directa con la composición mineralógica.

Palabras clave: Familia. Propiedades ándicas. Clase amórfica.

SUMMARY

MINERALOGICAL CLASSES: MEDIAL CLASS IN GRANITIC SOILS FROM GALICIA

Soils developed from granitic materials in Galicia (NW Spain) can be included in the mineralogical class "Medial", defined in accordance with either the ICOMAND or Soil Taxonomy criteria. However, diagnostic properties are strongly influenced by high organic matter soil content. Finally, the criteria proposed by The ICOMAND to define the "amorphic" mineralogical class is considered to be the most suitable, because of their direct relation with soil mineralogy.

Key words: Family. Andic properties. Amorphic class.

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene como objeto determinar las *clases mineralógicas*, aplicando la metodología propuesta por la Soil Taxonomy (1975), en veinte perfiles desarrollados sobre materiales graníticos de la provincia de La Coruña.

Aunque la mineralogía ha estado desde un principio en los distintos sistemas de clasificación de suelos, no es hasta el advenimiento de la Taxonomía Americana, y con la creación de la categoría de clase mineralógica, cuando la composi-

ción mineral del suelo cobra un protagonismo real; con ello se pretende agregar un término al nombre del suelo que explique las características inherentes a su propia mineralogía y que, al mismo tiempo, aporte información válida de cara

a su posible utilización.

En el presente trabajo la atención se centra en aquellos suelos que por cumplir los criterios que definen el complejo de cambio dominado por material amorfo se incluyen en la *clase medial*.

MATERIAL

Cinco de los veinte suelos estudiados constituyen una catena desarrollada sobre el material granítico más ampliamente representado en la provincia de La Coruña, el denominado granito alcalino de dos micas. Los otros perfiles se han seleccionado de modo que aparezcan representadas

las variedades más importantes de rocas graníticas existentes en la zona, recogiendo en cada caso el tipo de suelo dominante.

La localización, el tipo de material y la clasificación de los suelos analizados se recoge en la Tabla 1.

MÉTODOS

Toma de muestras: sección control

La taxonomía americana indica que la clasificación mineral de los suelos se hará en función de la mineralogía dominante en una determinada zona del perfil, la denominada "sección control". Esta varía con el tipo de suelo y, por consiguiente, la toma de muestras será distinta según los casos. En los 20 perfiles analizados aparecen las siguientes posibilidades:

- En los suelos cuya profundidad no sobrepasa los 36 cm todo el perfil se considera sección control, por lo que se toma una única muestra hasta el contacto lítico o paralítico.
- En cambisoles, con o sin Bw, pero de profundidad superior a 36 cm e inferior a 1 m, la sección control incluye el material comprendido entre la base del horizonte A, cuando

éste tiene menos de 25 cm de espesor, y el contacto lítico o paralítico; por el contrario, si el horizonte A supera los 25 cm el muestreo se efectúa desde 25 cm (incluyendo parte del horizonte A) hasta el contacto.

— En caso de que el desarrollo del suelo sea superior a 1 m se procede tal como se ha dicho anteriormente, pero el muestreo se realiza sólo hasta 1 metro, sin tener en cuenta la profundidad a la que se encuentra el contacto lítico o paralítico.

Densidad aparente: en muestras sin perturbar a 0.3 bar de potencial de retención de agua (Díaz-Fierros, 1967).

Retención de agua: a 15 bares de presión de succión, utilizando el método de presión de membrana (Díaz-Fierros, 1967).

TABLA 1

Localización y clasificación de los suelos.

Suelo	Localización	Tipo de granito	CLASIFICACION	
			FAO	SOIL TAXONOMY
	Monte Meda	Granito alcalino de dos micas (IGME, hoja 120)		
1	42° 45' 22" N-8° 37' 30" W		Leptosol úmbrico	Xerorthent lítico
2	42° 45' 25" N-8° 37' 22" W		Leptosol úmbrico	Xerorthent districo-lítico
3	42° 45' 28" N-8° 37' 30" W		Cambisol úmbrico	Haplumbrept cumúlico
4	42° 45' 27" N-8° 37' 28" W		Cambisol dístico	Distrochrept lítico
5	42° 45' 22" N-8° 37' 40" W		Cambisol úmbrico fase rúdica	Haplumbrept cumúlico
6	Monte del Barbanza 42° 39' 0" N-8° 56' 20" W	Leucogranito biotítico-moscovítico (IGME, hoja 151)	Cambisol úmbrico fase lítica	Haplumbrept ándico-lítico
7	San Juan de Macenda 42° 43' 05" N-8° 53' 20" W	Granito tardihercínico de tipo Confurco (IGME, hoja 119)	Cambisol úmbrico fase lítica	Distrandepht lítico
8	Monte San Antón 43° 17' 15" N-8° 06' 10" W	Granito de dos micas tipo Espenuca (IGME, hoja 46)	Cambisol úmbrico	Haplumbrept cumúlico
	Estaca de Bares	Granodiorita tardía (IGME, hoja 2)		
9	43° 46' 55" N-7° 04' 07" W		Cambisol úmbrico	Haplumbrept ándico
10	43° 46' 50" N-7° 04' 07" W		Cambisol úmbrico	Haplumbrept típico
11	Brión San-Félix 42° 52' 30" N-8° 40' 22" W	Granitoide Migmatítico (IGME, hoja 94)	Cambisol úmbrico	Haplimbrept ándico-éntico

TABLA 1 (Continuación)

Localización y clasificación de los suelos.

Suelo	Localización	Tipo de granito	CLASIFICACION	
			FAO	SOIL TAXONOMY
12	Corredoiras 43° 00' 50" N-8° 06' 10" W	Ortogneis de composición granodiorítica (IGME, hoja 7)	Cambisol úmbrico	Haplumbret ándico
13	Cercanías de Noya 42° 44' 50" N-8° 52' 40" W	Ortogneis biotítico blastomilonítico (IGME, hoja 119)	Cambisol úmbrico fase rúdica	Distrandept típico
14	Sedofeito 42° 48' 40" N-8° 48' 05" W	Ortogneis glandular (IGME, hoja 120)	Cambisol úmbrico fase lítica	Haplumbrept lítico
15	Cercanías de Sanfoga 42° 57' 40" N-9° 02' 10" W	Granito alcalino de dos micas (IGME, hoja 93)	Cambisol úmbrico fase lítica	Haplumbrept ándico-lítico
16	Cruce Adroño-Outeiro 43° 57' 40" N-9° 03' 55" W	Granito alcalino de dos micas (IGME, hoja 93)	Leptosol úmbrico fase rúdica	Ustochrept ándico-lítico
17	Valdebois 43° 51' 45" N-9° 07' 10" W	Granodiorita tardía Pindo Central (IGME, hoja 93)	Cambisol úmbrico fase lítica	Haplumbrept ándico-lítico
18	A Freixiña 43° 52' 15" N-9° 06' 30" W	Granodiorita tardía Pindo Borde (IGME, hoja 93)	Leptosol úmbrico fase rúdica	Distrandept lítico
19	Lira (Carnota) 42° 43' 15" N-9° 06' 30" W	Granodiorita tardía Pindo Central (IGME, hoja 93)	Cambisol úmbrico	Haplumbrept cumúlico
20	Cercanías de As Pontes 43° 26' 45" N-8° 00' 20" W	Granito alcalino de dos micas (IGME, hoja 22)	Cambisol úmbrico fase rúdica	Haplumbrept cumúlico

Carbono total: por oxidación con $K_2Cr_2O_7$.

Test del NaF: según Fieldes y Perrot (1966), siguiendo las indicaciones de García-Rodeja (1984).

Hierro libre total: determinado según el método del ditionito-citrato-bicarbonato (Mehra y Jackson, 1960).

Al, Fe y Si extraíbles con oxalato ácido: Blackemore *et al.*, 1981.

Retención de P: según Blackemore *et al.*, 1981.

CEC con BaCl-TEA (pH 8.2): según el método del Soil Conservation Service, 1972.

Determinación de gibbsita: a partir de los diagramas de A. T. D. utilizando el método de McKenzie (1970-72). Los diagramas se han realizado en un aparato Staton Rederaft DTA 673-4 con crisoles Pt, atmósfera de aire y utilizando alúmina como referencia. La velocidad de calentamiento ha sido de $10^\circ C \text{ min}^{-1}$.

RESULTADOS Y DISCUSION

La Soil Taxonomy (1975) establece que las clases mineralógicas se definen en función de la mineralogía predominante en la clase de tamaño de partícula de la sección control; por lo tanto previo al establecimiento de las clases mineralógicas se deben conocer las clases de tamaño de partícula. Ahora bien, en la Soil Taxonomy se especifica que en aquellos suelos en los que existe alta proporción de cenizas, pumitas o vidrios o cuando el complejo de cambio esté dominado por material amorfo, "no se clasificarán los suelos atendiendo a la clave anteriormente mencionada, sino que se recurrirá a los denominados *modificadores de las clases de tamaño de partícula*", y bajo este epígrafe se intenta agrupar aquellos suelos que cuentan con una mineralogía muy especial que no está ligada a un determinado tamaño de partícula, sino a la presencia de componentes extraordinariamente reactivos (Soil Taxonomy, 1975, págs. 384 y 385).

Obviamente las clases "cenicienta" y "cenicienta fina" nunca aparecerán en los suelos sobre granito. Sin embargo, cuatro perfiles cumplen los cinco requerimientos exigidos para la definición de suelos con el complejo de cambio dominado por material amorfo (Tabla 2) y, por consiguiente, se incluyen en la clase *Medial*. Además, en dos de ellos el nombre va precedido del término esquelético, con lo que se indica que la fracción superior a 2 mm supone más del 35% del volumen total del suelo.

Así pues, se puede concluir que siguiendo estrictamente los criterios de la taxonomía americana existen suelos graníticos incluidos en la familia Medial, ya que se cumplen varios requerimientos (generalmente numéricos) que reflejan, al menos teóricamente, la existencia de materiales amorfos. Y decimos teóricamente porque también la presencia de otros componentes influye decisivamente en las propiedades diagnóstico utili-

TABLA 2

Valores utilizados para definir el complejo de cambio dominado por material amorfo (Soil Taxonomy, 1975).

	CEC pH 8.2 ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$)	% agua ret. pF 4.2	pH NaF (2 mi)	% agua/% arcilla	% C orgánico	Endotermo a baja T ^a	Densidad a 1/3 bar	Cumple criterios	Clase Mineralógica
Exigencias	>150	>20	>9.4	>1	>0.6	SI	<0.85		
Suelos									
1	550	13.8	8.0	2.5	8.7	SI	0.88	NO	
2	206	10.7	9.7	0.8	6.3	SI	0.96	NO	
3	307	12.8	9.2	1.5	8.3	SI	0.89	NO	
4	8	5.7	9.9	0.3	0.7	SI	1.21	NO	
5	254	6.8	10.8	1.3	2.2	SI	1.13	NO	
6	502	10.4	9.1	2.1	7.0	SI	0.86	NO	
7	314	11.8	10.8	1.3	5.4	SI	0.79	SI	MEDIAL
8	276	13.7	11.7	0.7	0.6	SI	1.08	NO	
9	368	14.6	11.1	1.0	4.3	SI	1.10	NO	
10	160	10.6	10.7	0.2	3.8	SI	1.10	NO	
11	420	12.3	10.6	1.4	3.7	SI	0.84	SI	MEDIAL
12	54	8.4	9.7	0.8	3.2	SI	1.03	NO	
13	42	8.2	10.8	0.6	3.7	SI	1.11	NO	
14	169	15.9	8.7	3.0	6.8	SI	0.87	NO	
15	416	14.3	10.1	1.6	5.6	SI	0.93	NO	
16	922	20.0	9.3	4.8	6.7	SI	0.84	NO	
17	454	10.8	11.2	2.0	4.8	SI	1.30	NO	
18	680	17.1	11.3	4.0	6.7	SI	0.83	SI	ESQUELETICO-MEDIAL
19	266	9.8	10.5	1.1	2.0	SI	1.13	NO	
20	478	32.6	11.9	2.6	15.6	SI	0.83	SI	ESQUELETICO-MEDIAL

zadas para definir el complejo de cambio dominado por material amorfo.

En este caso concreto, y coincidiendo con estudios anteriores (Puga, 1981; García-Rodeja, 1983... 1987), se ha comprobado con datos analíticos (Romero, 1989) que la reactividad al NaF, la densidad aparente, la capacidad de retención de agua y la capacidad de cambio dependiente del pH, todos ellos criterios de definición del complejo de cambio dominado por material amorfo, son básicamente el resultado de la presencia de la materia orgánica y no sólo un reflejo de la abundancia de materiales de bajo grado de orden. Sin embargo, las clases medial fueron creadas para englobar los suelos con sus propiedades dependientes de este último tipo de materiales, y si bien es cierto que en las fracciones finas de estos suelos abundan los minerales escasamente ordenados (el filosilicato 1:1 no va más allá del tipo halloysita, e incluso en ocasiones se presenta en estado incipiente de formación), no es menos cierto que en el total del suelo, salvo raras excepciones, no imponen sus propiedades. Es decir se produce claramente aquí una falta de adecuación entre el nombre de la clase, la información que dicho nombre conlleva y la realidad de los suelos tratados; de tal forma que la interpretación de la clase medial en sentido estricto puede inducir a graves errores. Así pues se hace necesaria la adopción de nuevos criterios para definir la clase medial.

Los resultados aquí obtenidos ponen de manifiesto una vez más que la definición del complejo de cambio dominado por material amorfo, tal

como viene recogida en la taxonomía americana, así como sus implicaciones en las propiedades y clasificación de los suelos, es un tema conflictivo; incluso se ha llegado a crear un grupo de trabajo específico: el ICOMAND. Este grupo propone la sustitución del conjunto de propiedades que definen el "complejo de cambio dominado por material amorfo" por una serie de propiedades más acordes con la existencia de materiales de bajo grado de orden que agrupan con el nombre de "propiedades ándicas" (Leamy, 1983). Tras continuas modificaciones, en la circular núm. 9 (1987) se considera que un suelo tiene tales propiedades cuando:

- El aluminio extraíble con oxalato (Al) + $\frac{1}{2}$ del hierro extraíble de la misma forma (Fe) es igual o superior al 2 %.
- La densidad aparente de la fracción < 2 mm medida a $\frac{1}{3}$ de bar es de 0.9 g cm^{-3} o inferior.
- La retención de fosfatos es superior al 85 %.

En función de estos criterios redefinen la familia, indicando que serían suelos de clase medial aquellos con una tierra fina que cumpliera los criterios para definir "las propiedades ándicas" y cuya retención de agua fuese al menos del 12% a 15 bares de presión sobre muestras previamente secas. Siguiendo tales criterios, tal como se indica en la Tabla 3, únicamente uno de ellos cumpliría todas las exigencias de la nueva clase medial.

De nuevo, y pese a la adopción de propiedades diagnóstico más específicas, existen suelos graníticos incluidos en las clases "Medial", si

TABLA 3

Criterios para definir suelos con propiedades ándicas (ICOMAND, 1987).

Suelos	$\text{AlO} + \frac{1}{2} \text{FeO} > 2\%$	Densidad a 1/3 bar $\leq 0.9 \text{ g cm}^{-3}$	Ret. de P $\geq 85\%$	Suelo con propiedades ándicas
1	0.52	0.88	23	NO
2	0.49	0.96	43	NO
3	0.81	0.89	47	NO
4	0.87	1.21	30	NO
5	0.77	0.71	40	NO
6	0.77	0.86	35	NO
7	0.84	0.78	59	NO
8	1.95	1.08	83	NO
9	1.41	1.16	61	NO
10	0.79	1.10	49	NO
11	0.95	0.84	49	NO
12	0.62	1.03	45	NO
13	0.74	1.11	39	NO
14	0.82	0.87	39	NO
15	1.20	0.93	46	NO
16	0.62	0.84	27	NO
17	0.60	1.30	80	NO
18	1.39	0.80	76	NO
20	2.01	0.83	94	SI

bien debe señalarse, al igual que lo hace García-Rodeja (1987) cuando analiza la utilización de tales propiedades en las categorías más altas del sistema, que la existencia de suelos con "propiedades ándicas" sobre rocas no volcánicas, se ve condicionada por la presencia de materia orgánica. De hecho, en las muestras correspondientes a los suelos analizados, el aluminio extraíble con oxalato es similar al extraído con pirofosfato y por consiguiente se puede afirmar que en los suelos graníticos gallegos predominan las formas aluminicas ligadas a la materia orgánica. Por otra parte la influencia de la materia orgánica sobre

la densidad y la retención de agua queda fuera de toda duda.

Es decir, si la clase Medial vigente en la Soil Taxonomy plantea una serie de problemas en los suelos graníticos gallegos (ya que el cumplimiento de las propiedades diagnóstico que la definen son fruto de la presencia de materia orgánica y no sólo el reflejo del predominio de materiales de bajo grado de orden), el problema sigue latente con la adopción de los criterios propuestos por el ICOMAND. En la actualidad existe una fuerte polémica en cuanto a si suelos como los aquí estudiados, que cumplen las propiedades ándicas por el alto contenido en materia orgáni-

ca deben agruparse o no con aquellos verdaderamente ricos en materiales de bajo grado de orden (Shoji *et al.*, 1987; Baham y Simonson, 1986).

Las últimas propuestas parecen tendentes hacia la definición de las "propiedades ándicas" en términos de "presencia de aluminio activo", que puede aparecer en aluminosilicatos amorfos o paracrystalinos, tales como alofana e imogolita, en intergrados hidroxialumínicos y complejo con materia orgánica (estas dos últimas formas abundan en los suelos aquí estudiados). Las formas de aluminio activo (independientemente de su ubicación) determinan o modifican las características de la carga del complejo de cambio, crean acidez y reaccionan con fosfatos y fluoruros, confirmando a los suelos unas propiedades similares en ambos grupos de suelos, lo que justificaría su inclusión conjunta en una misma clase mineralógica. Por otra parte, y a pesar de las consideraciones anteriores, la clase mineralógica debería reflejar fielmente la mineralogía más activa existente en el suelo. En este sentido Childs y Whity (1987) miembros del ICOMAND, han propuesto la creación de la clase mineralógica "amórfica" para los suelos que posean más del 5 % de minerales de corto rango de orden, principalmente alofana, imogolita y ferrihidrita, puntualizando que estos pueden calcularse de la siguiente forma: 8% Sio (% Si extraído con oxalato) + 2% Feo (Fe extraído con oxalato) \geq 5%.

A partir de la ecuación anterior se establecen dos subclases:

a) Amórfica alofánica / imogolítica cuando: 8% Sio > 2% Feo

b) Amórfica ferrihidrítica cuando: 8% Sio < 2% Feo.

Aplicando estos criterios, dos suelos graníticos deberían incluirse en la clase amórfica:

$$\text{Suelo 8 : } (8 \times 0.17) + (2 \times 1.95) = 5.26 > 5\%$$

$$\text{Suelo 20: } (8 \times 0.14) + (2 \times 2.01) = 7.24 > 5\%$$

Además como en los dos casos 2% Feo > 8% Sio, la clase sería amórfica ferrihidrítica.

Así pues se comprueba que, aunque de forma esporádica, la "clase amórfica", tal como se ha definido, tiene representantes en el dominio de los suelos graníticos, siendo reseñable que la aparición de esta clase se debe más a la presencia de minerales de hierro de bajo grado de orden que a formas alumínicas, hecho seguramente relacionado con la gran estabilidad de los complejos materia orgánica-Al y con la baja estabilidad de las alofanas en medio ácido (Farmer, 1984; Adams *et al.*, 1987).

Pese a que todas las cuestiones planteadas en este estudio siguen abiertas y no resueltas, quizás la *clase amórfica* sea una solución aplicable a los suelos graníticos gallegos. Redunda en esto último la comprobación de que son precisamente los dos suelos con clase amórfica (20 y 8) los únicos con unas propiedades realmente diferentes. En ellos la retención de fósforo es superior al 85%, presentan una respuesta al test del NaF fuertemente positiva, una fuerte reactividad al NaF (115 y 194 cmol_c kg⁻¹) y los valores de super-

ficie específica son de los más elevados (superiores a $100 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ en la muestra total y a $200 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ en la arcilla).

Junto a estas cuestiones se hace necesario indicar que para suelos como los estudiados, con un predominio de la fracción gruesa (el porcentaje máximo de fracción fina no

supera el 18%), quizás sea el orden de entrada en la clave de clases mineralógicas el principal problema puesto que exige acudir a los "modificadores de las clases de tamaño de partícula" en lugar de determinar la *clase mineralógica* en función de la *mineralogía* de la fracción dominante.

CONCLUSIONES

De todo lo visto anteriormente se pueden extraer las siguientes conclusiones:

Tanto la actual definición de complejo de cambio dominado por material amorfo (Soil Taxonomy, 1975) como la más moderna definición de propiedades ándicas (ICOMAND, 1987), criterios utilizados en la determinación de la clase Medial, se apoyan en propiedades que, por lo general, en los suelos aquí estudiados son más un reflejo de la abundancia y actividad de la materia orgánica que de una determinada composición mineralógica.

Las "propiedades ándicas" dada su especial información de cara al aprovechamiento de los suelos, deberían ser recogidas, incluso en la categoría de familia, pero no como clase mineralógica.

La creación de la "clase amorfica" parece ser una solución válida para agrupar suelos con propiedades relacionadas con la presencia de minerales de bajo grado de orden.

Nota: La traducción del término inglés "medial" es medial, si bien esta palabra en castellano tenía, hasta ahora sólo una acepción relacionada con la letra consonante que se halla en el interior de una palabra.

BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, W. A., KARIN, M. I. and GAFOOR, S. N., 1987. Composition and properties of poorly ordered minerals in Welsh soils. I. Composition. *J. Soil Sci.*, 38: 85-93.
- BAHAM, S. and SIMONSON, G., 1986. Classification of soils with andic properties, from the Oregon Coast. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 49: 777-780.
- BLACKEMORE, L. C., SEARLE, P. L. and SALY, B. K., 1981. Soil bureau laboratory methods: A. Methods for chemical analysis of soils. New Zealand Soil Bureau. Scientific Report. 10A. (Revised).
- DIAZ-FIERROS, F., 1967. Contribución al estudio de las condiciones del agua en los principales suelos de Galicia. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago.

- F. A. O., 1985. Soil map of the World, revised legend. Revised third draft. FAO-UNESCO. Roma.
- FARMER, C. V., 1984. Distribution of allophane and organic matter in podzol B horizons. Repley to Bwurmman and von Reewwijk. J. Soil Sci., 35: 453-458.
- FIELDDES, M. and PERROT, K. W., 1966. The nature of allophane in soils. III. Raport, field and laboratory test for allophane. N. Z. J. Sci., 9: 123-629.
- GARCIA-RODEJA, E., 1983. Componentes no cristalinos en suelos de Galicia, distribución, naturaleza y propiedades. Tesis doctoral. Universidad de Santiago.
- GARCIA-RODEJA, E., SILVA, B. M. y MACIAS, F., 1987. Andosols developed from non volcanic materials in Galicia. NW Spain. J. Soil Sci., 38: 573-591.
- GUITIAN OJEA, F. y CARBALLAS, T., 1975. Técnicas de análisis de suelos. Ed. Pico Sacro. Santiago.
- ICOMAND, 1987. Circular n^o 9. From Leamy. New Zealand Soil Bureau. D. S. I. R. Private Baag, Lover Hutt, New Zealand.
- I. G. M. E., 1975. Mapa geológico. E. 1:50.000, Hoja núm. 22.
- I. G. M. E., 1979. Mapas geológicos. E. 1:50.000, Hojas núms. 2 y 71.
- I. G. M. E., 1981. Mapas geológicos. E. 1:50.000, Hojas núms. 46, 93 y 94.
- LEAMY, L., 1983. En ICOMAND, circular n^o 9. New Zealand Soil Bureau. D. S. I. R. Private Baag, Lower Hutt, New Zealand.
- MACKENZIE, R. C., 1970. Differential Thermal Analysis. 1. Fundamental Aspects. Academic Press. London.
- MACKENCIE, R. C., 1972. Differential Thermal Analysis. 2. Aplications. Academic Press. London.
- MEHRA, O. P. and JACKSON, M. L., 1960. Iron oxide removal from soils and clays by dithionite-citrate-bicarbonate system buffered with sodium bicarbonate. Clays Clay Miner., 12: 194-306.
- PUGA, M., 1982. Suelos sobre gabros de Galicia. Tesis doctoral. Universidad de Santiago.
- ROMERO, R., 1989. Familias mineralógicas en suelos sobre granitos de la provincia de La Coruña. Tesis doctoral. Universidad de Santiago.
- SHOJI, S., TOYOKI, L., SAIGUSA, M. and YAMADA, I., 1987. Properties of non allophanic andosols from Japan. J. Soil Sci., 140: 246-277.
- SOIL CONSERVATION SERVICE, 1973. Soil Survey laboratory methods and procedures for collecting soil samples. Soil Surv. Invest. Rep. 1. USDA-SCS. U. S. Gov. Printing Office. Washington, DC.
- SOIL TAXONOMY, 1975. A basic system of classification for making and interpreting soil surveys. USDA-SCS Agric. Handb. 436. U. S. Government Printing Office, Washington, DC.

*Recibido de la Comisión: 21-5-91.
Aceptado para publicación: 8-10-91.*