

Formación de suelos policíclicos durante el Cuaternario reciente en el Monte Borrelho (N. de Portugal)

Formation of Polycyclic Soils During the Recent Quaternary on Monte Borrelho (Northern Portugal)

TABOADA CASTRO, M. T.; RAMIL REGO, P.; DÍAZ-FIERROS, F.

Pedological and palynological characterization of two soils from Monte Borrelho (northern Portugal) evidences the formation of polycyclic soils in the Subatlantic. In both soils, two cycles are clearly separated by a stone line which may have resulted either from climatic deterioration or because human activity led to severe deforestation and the consequent preferential development of herbaceous and shrub vegetation. Either cause would have favoured intense erosion, removing part of the upper A horizon of the pre-existing soils and giving rise to profiles with polycyclic characteristics.

Key words: Polycyclic soils, deforestation, erosion, deposition.

TABOADA CASTRO, M. T.; DÍAZ-FIERROS, F. (Dpto. de Edafología y Química Agrícola. Fac. Farmacia. Universidad de Santiago. 15706 Santiago de Compostela . Spain). RAMIL REGO, P. (Dpto. de Biología Vegetal. Fac. de Farmacia. Universidad de Santiago. 15706 Santiago de Compostela. Spain).

INTRODUCCION

El suelo es un medio dinámico que adquiere progresivamente sus propiedades por la acción combinada de los factores del medio, por lo que se requiere un tiempo durante el cual han de darse condiciones suficientemente estables como para permitir el desarrollo de los procesos edáficos, puesto que, la inestabilidad de la superficie del terreno suele llevar asociados fenómenos de morfogénesis que se oponen al desarrollo y evolución del suelo.

En determinados casos, los fenómenos de morfogénesis son tales que eliminan el suelo formado en épocas anteriores y exponen el material fresco sin alterar, provocando un rejuvenecimiento del perfil. En otros casos puede suceder que todo el suelo ó la mayor parte del perfil se mantenga enterrado bajo un espesor variable de nuevos materiales, dando lugar a suelos de perfil complejo, denominados policíclicos. En los suelos policíclicos es frecuente encontrar una línea de piedras cuyo significado genético ha sido objeto de numerosos estudios, (RUHE, 1959; COLLINET, 1969; SEGALEN, 1969; VILLAR y GUITIAN, 1974; TORRAS et al., 1979), señalándose su relación con una fase fundamentalmente erosiva y considerando su presencia en el perfil como un indicio de discontinuidad.

Fenómenos de policiclismo han sido reconocidos frecuentemente en zonas de Galicia por diferentes autores (MUCHER et al., 1972; PUGA et al., 1978; SILVA et al., 1988) y concretamente en estudios recientes por MARTÍNEZ CORTIZAS et al., (1992, 1993), PÉREZ ALBERTI et al. (1993),

MOARES DOMÍNGUEZ et al., (1993), quienes abordaron la evolución morfo-genética y edáfica de suelos de montaña.

En este trabajo se trata de establecer los procesos formadores de dos suelos que manifiestan fenómenos de policiclismo, basándonos para ello en la caracterización edafológica y en estudios polínicos.

MATERIAL Y METODOS

Se han seleccionado dos perfiles situados en el monte Borrelho (I, II), cuyos rasgos morfológicos se describen a continuación, siguiendo la terminología de la FAO y utilizando la clave de Munsell (1988) en la determinación de los colores.

Las características físico-químicas se determinaron como sigue: Granulometría, pH en agua y en KCl, materia orgánica y nitrógeno total según los métodos descritos en GUITIÁN y CARBALLAS (1976). Capacidad de cambio de cationes y bases de cambio con AcONH_4 a pH 7 y Al extraíble con KCl según INVESTIGACION DE SUELOS (1973).

Para la extracción de diferentes formas de Fe, Al y Mn se han empleado los siguientes métodos de disolución selectiva: Extracción con ditionito-citrato (HOLMGREN, 1967), oxalato amónico (MCKEAGUE y DAY, 1966) y pirofosfato sódico (BASCOMB, 1968).

La fracción arcilla se ha caracterizado por DRX, utilizando el método del polvo cristalino y agregados orientados saturados en Mg, etilenglicol y calentados a 550 °C.

La caracterización taxonómica se realizó siguiendo la FAO (1989, 1994).

Perfil I

Hor. Prof. (cm) Descripción de los horizontes

- Au1 0-7 Negro 10YR2/1(h) y pardo grisáceo muy oscuro 10YR3/2 (s). Muy afieltrado, muy poroso y muy enraizado, con raíces gruesas y finas. Estructura débil de tipo migajosa fina; ligeramente adherente, ligeramente plástico y suelto. Escasísimas arenas de cuarzo lavadas. Límite gradual.
- Au2 7-30 Negro 10YR2/1 (h) y pardo oscuro 10YR3/3 (s). Menos afieltrado y más compacto que el anterior; bastante enraizamiento con predominio de raíces finas. Microporosidad abundante. Estructura migajosa fina moderada. Ligeramente adherente, no plástico y friable. Límite bien marcado, por línea de coluvios de granito orientados en la dirección de la pendiente que se sitúan entre los 30 y 45 cm de profundidad.
- 2A 45-55 Pardo muy oscuro 10YR2/2 (h) y pardo grisáceo oscuro 10YR4/2 (s). Relativamente compactado, con estructura migajosa fina y débil. Ligeramente adherente, no plástico y friable. Microporosidad y algunos macroporos de 1-2 mm. Aparecen mezcladas arenillas de granito sin lavar. Pocos carbones. Límite irregular al inferior.
- 2C + 55 Pardo amarillento 10YR5/4 (h) y gris claro 10YR7/2 (s). Material coluvial de granito alterado con mucha arena y materia orgánica mezclada; restos de raíces carbonizadas; bastante compacto con planos de ruptura claros; estructura granular mediana y moderada. Ligeramente adherente y no plástico

Perfil II

Hor. Prof. (cm) Descripción de los horizontes

- Au1 0-15 Negro 10YR2/1(h) y pardo grisáceo muy oscuro 10YR3/2 (s). Afieltrado, muy enraizado con raíces finas y medianas; muy poroso. Estructura migajosa fina, muy débil. Ligeramente adherente, no plástico y muy friable. Algunos carbones. Límite gradual.
- Au2 15-30 Negro 10YR2/1 (h) y pardo grisáceo muy oscuro 10YR3/2 (s). Ligeramente compacto, con planos de ruptura claros, microporosidad abun-

dante, enraizamiento moderado con predominio de raíces finas. Estructura migajosa fina muy débil; ligeramente adherente, no plástico y muy friable. Algunos carbones. Límite gradual.

- Au3 30-55 Negro 10YR2/1 (h) y pardo grisáceo muy oscuro 10YR3/2 (s). Algo más compacto que el anterior. Enraizamiento muy ligero. Estructura migajosa mediana moderada. Ligeramente adherente, plástico y friable. Algunos carbones. Límite claro con el horizonte subyacente por línea de piedras, situada entre los 55 y 60 cm de profundidad, zona en la que son frecuentes los carbones.
- 2A 60-70 Negro 7,5YR2/0 (h) y gris muy oscuro 10YR3/1 (s). Estructura migajosa mediana moderada. Ligeramente adherente, no plástico y muy friable. Abundantes carbones. Transición gradual al inferior.
- 2AC 70-75 Pardo muy oscuro 10YR2/2 (h) y pardo grisáceo oscuro 10YR4/2 (s). Estructura migajosa mediana, moderada. Ligeramente adherente, no plástico y muy friable. Menos carbones que en el anterior. Transición gradual al inferior.
- 2C + 75 Pardo grisáceo muy oscuro 10YR3/2 (h) y pardo 10YR5/3 (s). Formado por gravillas alteradas de granito con estructura granular, mediana y moderada. Ligeramente adherente, no plástico y muy friable.

RESULTADOS Y DISCUSION

Características generales

Se localizan en una zona de ladera poco pronunciada, con pendientes que oscilan entre 10 y 20%. Son relativamente poco profundos, pero presentan una discontinuidad litológica, "línea de piedras", a profundidades comprendidas entre 30 y 45 cm en el perfil I y entre 55 y 60 cm en el perfil II, que está constituida por fragmentos de granito, de gran tamaño en el perfil I, orientados en la dirección de la pendiente y poco alterados.

Esta línea de piedras permite distinguir dos ciclos de edafogénesis en ambos perfiles, uno situado por encima de ella, que es un

suelo con poca diferenciación de horizontes, (horizontes A), y otro bajo la línea de piedras que corresponde a los horizontes edáficos originados por alteración del material coluvial de partida; se trata igualmente de horizontes A que están en contacto con la saprolita. La secuencia morfológica de horizontes es: A-línea de piedras-2A-2C en el perfil I y A-línea de piedras-2A-2AC-2C en el perfil II.

Características físico-químicas

Los suelos del ciclo actual y los del ciclo antiguo son bastante similares en lo que respecta a sus propiedades físico-químicas (Tabla I).

Tabla I.- Propiedades físico-químicas

P.	Hor.	pH		% M.O	% N	C/N	cmol _c .Kg ⁻¹						
		H ₂ O	KCl				Ca	Mg	Na	K	S	CIC	Al _{KCl}
I	Au1	5.27	3.89	19.05	0.69	16	2.34	0.83	0.48	0.18	3.83	19.06	1.81
	Au2	5.21	4.11	12.62	0.44	17	1.54	0.37	0.20	0.16	2.27	14.63	2.15
	2A	5.54	4.59	6.36	0.06	-	1.56	0.31	0.51	0.11	2.49	8.88	0.77
	2C	5.70	4.61	1.96	0.03	-	1.18	0.12	0.07	0.03	1.40	3.00	0.27
II	Au1	4.16	3.70	16.01	0.75	12	1.60	0.51	0.51	0.24	2.86	25.84	4.75
	Au2	4.35	3.92	14.63	0.55	15	0.99	0.26	0.07	0.13	1.45	28.72	4.36
	Au3	4.59	4.30	11.41	0.34	19	1.57	0.35	0.04	0.07	2.03	14.78	1.92
	2A	4.71	4.37	11.55	0.18	-	1.49	0.27	0.29	0.09	2.14	19.63	1.66
	2AC	4.61	4.37	5.91	0.12	-	1.62	0.30	0.43	0.07	2.42	7.61	0.86
	2C	4.74	4.44	3.84	0.06	-	1.15	0.29	0.00	0.06	1.50	3.98	0.44

V=S/CICx100

Análisis granulométrico

P.	Hor.	% AG	% AF	% LG	% LF	% Arcilla	Textura
I	Au1	53.20	20.67	5.80	11.06	9.27	fr. arenoso
	Au2	54.26	24.59	5.09	7.89	8.17	fr. are-are.fr
	2A	50.39	21.03	5.84	10.45	12.29	fr. arenoso
	2C	50.27	18.84	4.07	14.40	12.42	fr. arenoso
II	Au1	45.06	21.41	6.27	14.30	12.96	fr. arenoso
	Au2	48.18	19.77	7.05	12.77	12.23	fr. arenoso
	Au3	50.49	16.98	5.25	13.75	13.53	fr. arenoso
	2A	51.71	20.79	5.19	11.47	10.84	fr. arenoso
	2AC	47.79	21.16	8.00	11.42	11.63	fr. arenoso
	2C	61.34	20.50	4.00	6.89	7.27	arenoso fr.

Tabla II.- Extracciones selectivas (%)

P.	Hor.	Ditionito-citrato			Oxálico-oxalato			Pirofosfato sódico		
		Fe	Al	Mn	Fe	Al	Mn	Fe	Al	Mn
I	Au1	0.38	0.39	0.01	0.23	0.53	0.00	0.20	0.44	0.01
	Au2	0.51	0.59	0.01	0.32	0.65	0.00	0.30	0.46	0.01
	2A	0.49	0.92	0.01	0.27	1.33	0.01	0.26	1.12	0.01
	2C	0.35	0.29	0.01	0.13	0.55	0.00	0.11	0.41	0.01
II	Au1	1.16	0.62	0.01	0.54	0.68	0.01	0.47	0.65	0.01
	Au2	1.26	0.78	0.02	0.76	0.96	0.02	0.62	0.85	0.01
	Au3	1.07	1.09	0.04	0.53	1.46	0.04	0.52	1.33	0.02
	2A	0.89	1.04	0.02	0.44	1.55	0.02	0.41	1.53	0.01
	2AC	0.75	0.66	0.01	0.28	0.95	0.01	0.25	0.78	0.01
	2C	0.49	0.44	0.01	0.17	0.89	0.01	0.11	0.36	0.01

Son suelos ácidos, con pH en agua ligeramente superior a 4 en el perfil II y algo más elevado en el perfil I, y con horizontes A muy ricos en materia orgánica, si bien, es de destacar que en el perfil I existe una diferencia considerable en el contenido de materia orgánica entre los dos ciclos, siéndolo en el antiguo donde se obtuvieron los valores más bajos.

En ambos ciclos los horizontes A muestran estructura migajosa, coloraciones oscuras y texturas predominantemente franco-arenosas; la fracción más abundante es la arena gruesa con porcentajes del orden del 50%. Los bajos valores de arcilla (alrededor 11%) parecen estar en consonancia con otras propiedades tales como una estructura débil ó moderadamente desarrollada, escasa plásticidad, etc.

La capacidad de cambio total guarda una evidente relación con el contenido en materia orgánica. Todos los suelos están desaturados. El Al extraído con KCl es bajo en ambos perfiles, pero presenta siempre valores más elevados en los horizontes del ciclo actual.

Los resultados de las extracciones selectivas reflejan la escasez de formas de Fe, Al y Mn libres en ambos perfiles (Tabla II). Dentro de la escasez de este tipo de compuestos, existe una ligera preponderancia de las formas de hierro cristalinas sobre las amorfas ($Fe_a > Fe_o$) y de las formas amorfas de Al sobre las cristalinas, según se deduce del mayor porcentaje de extracción del oxálico-oxalato frente al ditionito-citrato ($Al_o > Al_d$). Tanto en el caso del Fe como del Al, dentro de las formas amorfas son ligeramente más abundantes las ligadas a la materia orgánica que las inorgánicas (el porcentaje de Fe extraído con pirofosfato se aproxima al porcentaje de hierro extraído con el reactivo oxálico oxalato, sucediendo lo mismo con el Al extraído por ambos reactivos).

Mineralogía de la fracción arcilla

La composición mineralógica de la fracción arcilla es similar en ambos perfiles y dentro de cada perfil entre los dos ciclos edáficos, observándose básicamente diferencias en lo que respecta a la proporción de sus componentes (Tabla III).

Tabla III.- Composición mineralógica semicuantitativa de la fracción arcilla

P.	Hor.	Ilita	Vermiculita	Caolinita	Inter M-V	Cuarzo	Feldespato	Goethita
I	Au1	xx	xx	xxx	xxxx	tr	tr	tr
	Au2	x	xxx	xxx	xxx	x	tr	-
	2A	x	xxx	xxx	xxx	x	-	-
	2C	xx	xx	xxxx	tr	x	-	tr
II	Au1	xxx	xxx	xx	x	tr	tr	-
	Au2	x	xxxx	xx	x	tr	tr	-
	Au3	xxx	xxx	xx	tr	x	tr	-
	2A	xxx	xxx	xx	-	x	tr	-
	2AC	xxx	xx	xxx	-	x	tr	-
	2C	xxx	xx	xx	-	x	tr	-

Inter M-V: Interestratificado mica vermiculita

xxxx: + del 50% del total de la arcilla; xxx: 30-50%; xx: 10-30%; x: 3-10%; tr: trazas; -: no identificado.

En términos generales, los componentes principales son un filosilicato 1:1, que posee un comportamiento caolinítico junto con minerales 2:1, entre los que se incluyen micas, vermiculitas y un interestratificado mica-vermiculita, particularmente abundante en los horizontes ricos en materia orgánica del perfil I; en el perfil II, este último mineral aparece exclusivamente a nivel de trazas en los horizontes del ciclo actual. En cantidades mucho menores se encuentran cuarzo, feldespatos y en algún caso trazas de goethita.

En lo que respecta a las proporciones, se observa que en ambos ciclos del perfil I, existe un dominio de los productos de transformación de las micas (vermiculita e interestratificados mica-vermiculita) y de caolinita frente a las micas. Sin embargo, en ambos ciclos del perfil II, la caolinita es minoritaria con respecto a las micas y a sus productos de transformación.

Formación y caracterización de los suelos

Desde el punto de vista edáfico ambos perfiles se pueden interpretar como una secuencia de dos ciclos de naturaleza físico-química y mineralógica similar pero con claras evidencias de haber sufrido procesos de erosión y deposición, aunque no muy diferenciados en el tiempo. Las líneas de piedras y la discontinuidad del registro polínico así lo indican (Tabla IV).

El ciclo edáfico más antiguo corresponde a un paisaje fuertemente desarbolado en el que predominan las formaciones de carácter arbustivo (*Erica*) y herbáceo (*Poaceae*). Sobre la deforestación del territorio puede establecerse un origen antrópico, apoyándonos en la curva continua de polen de cereal y en la

presencia significativa de *Asphodelus*, *Pteridium* y *Plantago*. En base a criterios polínicos podemos atribuir el ciclo edáfico más antiguo al inicio del Subatlántico.

El ciclo antiguo aparece decapitado por una línea de piedras cuyo origen podría relacionarse tanto con los cambios climáticos que se producen al final del Holoceno (DÍAZ-FIERROS, 1991) como con la acción del hombre sobre el medio, al provocar la deforestación del territorio. Entre los signos de actividad antrópica hay que señalar la presencia de restos vegetales carbonizados, particularmente abundantes en la parte superior del horizonte A y entre la línea de piedras, lo que indica la importancia del fuego como agente implicado en la eliminación de la cubierta arbórea, lo que facilita que las lluvias arrastren y eliminen parte de las capas superiores del suelo. Por lo tanto, ambas causas, conducirían a un periodo de inestabilidad, provocando la pérdida de la parte superior del suelo y la deposición de la línea de piedras sobre el material anteriormente alterado y edafizado. Este proceso de acumulación de materiales gruesos en una zona aproximadamente paralela a la superficie del suelo ha sido también atribuida a fenómenos erosivos por muchos otros autores (RUHE, 1959; MUCHER et al., 1972; TORRAS et al., 1979; MARTÍNEZ CORTIZAS et al., 1993), quienes consideran su presencia en el perfil como un indicio de discontinuidad y como indicador del nivel de erosión alcanzado.

El ciclo superior se caracteriza por un periodo inicial de predominio de la vegetación arbórea caducifolia (*Quercus*), seguido por un avance de las formaciones arbustivas y herbáceas y una leve recuperación del bosque en tiempos recientes, marcada por la expansión de *Pinus*. El desarrollo de este

Tabla IV.— Resumen de las características polínicas

Prof. (cm)	Perfil I
0–10	<i>Erica-(Pinus)</i> Leve recuperación del polen arbóreo. Optimo de <i>Erica</i> . Expansión de <i>Pinus</i> . Débil aumento de <i>Olea</i> .
10–20	<i>Erica-Cistus</i> Mínimo arbóreo. Expansión de <i>Erica</i> . Optimo y regresión de <i>Cistus</i> . Detrimento de <i>Quercus</i> . Incremento de <i>Pinus</i> y <i>Pteridium</i> . Inicio curva continua de <i>Populus</i> .
20–30	<i>Quercus-Erica-Cistus</i> Detrimento arbóreo. Inicio de la expansión de <i>Erica</i> y <i>Cistus</i> . Curva continua de <i>Olea</i> , <i>Castanea</i> y polen de cereal.
30–45	Línea de piedras.
45–55	<i>Poaceae - (Erica-Quercus)</i> Mínimo de polen arbóreo. Optimo de <i>Poaceae</i> . Presencia de <i>Castanea</i> , <i>Olea</i> , <i>Populus</i> . Curva continua de cereal.
Perfil II	
0–10	<i>Poaceae-Erica-Pinus</i> Aumento del polen arbóreo. detrimento de <i>Poaceae</i> . Expansión de <i>Pinus</i> . Aumento de <i>Olea</i> .
10–25	<i>Poaceae-Erica</i> Mínimo de polen arbóreo. Incremento de <i>Cistus</i> y <i>Erica</i> . Curva continua de <i>Olea</i> . Aumento del polen de cereal.
25–30	<i>Poaceae-Quercus</i> Disminución del polen arbóreo. Detrimento de <i>Quercus</i> . Inicio de la curva continua de <i>Olea</i> . Expansión de <i>Poaceae</i> .
30–45	<i>Quercus-Poaceae</i> Optimo de <i>Quercus</i> . Aumento de <i>Corylus</i> . Incremento de <i>Pteridium</i> .
45–55	<i>Poaceae-Quercus</i> Expansión de <i>Quercus</i> . Detrimento de <i>Poaceae</i> . Descenso del polen de cereal.
55–65	Línea de piedras.
65–80	<i>Poaceae / Ericaceae-Quercus</i> Predominio del polen no arbóreo. Curva continua de polen de cereal. Presencia de <i>Castanea</i> , <i>Olea</i> y <i>Pinus pinaster</i> tp. Presencia significativa de <i>Asphodelus</i> , <i>Pteridium</i> y <i>Plantago</i> .

ciclo superior tendría lugar por acumulo sucesivo de materiales erosionados en el entorno, de características semejantes al material del ciclo inferior, como se desprende de los rasgos morfológicos y de los resultados analíticos y mineralógicos.

Con respecto a la caracterización taxonómica, dado el carácter policíclico de estos suelos, se ha optado por clasificar los dos ciclos por separado.

En ambos perfiles, los horizontes del ciclo superior son, como se ha señalado anteriormente, ricos en materia orgánica, con colores oscuros, desaturados ($V < 50\%$) y presentan suficiente espesor como para considerarlos epipedones úmbricos, lo que nos lleva a clasificar los suelos del ciclo actual como *Regosoles úmbricos* (FAO, 1989)

ó según la versión más reciente de la FAO (1994) como *Umbrisoles háplicos*.

Los horizontes del ciclo antiguo cumplen todos los requisitos del úmbrico excepto el espesor, por lo que habría que considerarlos ócricos. Ahora bien, si tenemos en cuenta que los estudios realizados apuntan hacia el truncamiento del horizonte A, debido a un proceso erosivo que conlleva a una disminución del espesor, se podrían considerar úmbricos y por lo tanto los suelos del ciclo antiguo también se clasificarían como *Regosoles úmbricos* (FAO, 1989) ó *Umbrisoles háplicos* (FAO, 1994). Por el contrario, considerando la presencia de un horizonte de diagnóstico ócrico, se clasificarían como *Regosoles dístricos* en ambas versiones del sistema FAO (1989, 1994).

BIBLIOGRAFIA

- BASCOMB, C. L. (1968). Distribution of pyrophosphate extractable iron and organic carbon in soils of various groups. *J. Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 19: 251-268.
- COLLINET, S. (1969). Contribution a l'étude des "stones lines" dans la region du Moyen Ogoque (Gabon). *Cab. ORSTOM, Ser. Pedol.*, 7: 3-42.
- DÍAZ-FIERROS, F. (1991). Clima e solos de Galicia na época romana. En: Flora, Fauna, Mantenza e paisaxe na Galicia Romana. Fund. P. Barrié de la Maza. La Coruña. (En prensa).
- FAO. (1989). Mapa de suelos del mundo. Leyenda revisada. *Fao*. Roma.
- FAO. (1994). World Reference Base for Soil Resources. Wageningen/Roma.
- GUITIÁN, F. y CARBALLAS, T. (1976). Técnicas de análisis de suelos. 288 pp. *Ed. Pico Sacro*. Santiago de Compostela.
- HOLMGREN, G. S. (1967). A rapid citrate-dithionite extractable iron procedure. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 31: 210-211.
- INVESTIGACION DE SUELOS. (1973). Métodos de laboratorio y procedimientos para recoger muestras. *Ed. Trillas*. México.
- MARTÍNEZ CORTIZAS, A., RAMIL REGO, P., GARCÍA-RODEJA, E. y MOARES DOMÍNGUEZ, C. (1993). Suelos de montaña y ciclos de estabilidad/inestabilidad de las vertientes en Galicia. En: La evolución del paisaje en las montañas del entorno de los Caminos Jacobeos. A. Pérez Alberti, L. Guitián Rivera y P. Ramil Rego. (Eds.) : 107-123. *Consellería de Relaciones Institucionales*. Xunta de Galicia. 241 pp.
- MCKEAGUE, J. A., DAY, J. H. (1966). Dithionite and oxalate extractable Fe and Al as aid in differentiating variations classes of soils. *Can. J. Soil. Sci.*, 46: 13-22.
- MOARES DOMÍNGUEZ, C., MARTÍNEZ CORTIZAS, A. y PÉREZ ALBERTI, A. (1993). Procesos de edafización sobre algunos materiales de origen periglacial en las Sierras Orientales de Galicia (NW de la Península Ibérica). En: La evolución del paisaje en las montañas del entorno

- de los Caminos Jacobeos. A. Pérez Alberti, L. Guitián Rivera y P. Ramil Rego. (Eds.): 125-131. *Consellería de Relaciones Institucionales*. Xunta de Galicia. 241 pp.
- MUCHER, H. J., CARBALLAS, T., GUITIÁN OJEA, F., JUNGERIUS, P. D., KROONENBERG, J. B. y VILLAR, M. C. (1972). Micromorphological analysis of effects of alternating phases of landscape stability and instability on two soil profiles in Galicia, NW Spain. *Geoderma*, 8: 241-246.
- MUNSELL. (1988). Soil Colour Charts. *Munsell Color*. Baltimore.
- PÉREZ ALBERTI, A., RODRÍGUEZ GUITIÁN, M., y VALCARCEL DÍAZ, M. (1993). Reconstrucción paleoambiental a partir de las formas y depósitos superficiales en el límite galaico-astur leonés. *III Reun. del Cuat. Ibérico*. Coimbra. (En prensa).
- PUGA, M., MACÍAS, F., y GUITIÁN, F. (1978). Pedological and geomorphological cycles in a catena of Galicia (NW Spain). *Catena*, 5: 375-387.
- RUHE, R. V. (1959). Stone-lines in soils. *Soil Science*, 87: 223-231.
- SEGALEN, P. (1969). Le remaniement des sols et la mise en place de la "stone line" en Afrique. *Cab. ORSTON, ser. Pedol.*, 7: 113-127.
- SILVA, B. M., GARCÍA-RODEJA, E., GARCÍA PAZ, C. y MACÍAS, F. (1988). Génesis y clasificación de los suelos desarrollados sobre las anfibolitas de "Santiago Ponte Ulla". *Anal. Edafol. y Agrobiol.*, 47: 867-885.
- TORRAS, M. L., VILLAR, M. C., VÁZQUEZ, J. M., MACÍAS, F. y DÍAZ-FIERROS, F. (1979). Crisis erosivas en el Cuaternario reciente de Galicia. *Actas III. Reunión Nacional Grupo de Estudios del Cuaternario*: 229-236. Madrid.
- VAN MOURIK, J. M. (1986). Pollen profiles of slope deposits in the Galician area (N.W. Spain). *Nederlandse Geografische Studies*, 12, 171 pp.
- VILLAR, M. C. y GUITIÁN, F. (1974). Variación de la composición mineralógica de una catena sobre gabros. *Actas I Reun. Nac. Grupo Trab. Cuater*. Madrid.

Recibido: 3/1/95

Aceptado: 30/4/95