

CARACTERIZACION DE LA MATERIA ORGANICA DE UN SUELO YESIFERO CON HORIZONTE ENTERRADO (Ab) (SORIA, ESPAÑA)

H. A. Laya, F. Velasco y J. Benayas

Centro de Ciencias Medioambientales (CSIC)
Serrano 115 Dpto. 28006, Madrid, España.

RESUMEN

Es frecuente la presencia de horizontes enterrados en suelos aluviales y coluviales en ambientes de formaciones yesíferas de España Central. Se ha seleccionado un perfil de suelo con horizonte Ab a 1,40 m de profundidad para caracterizar la materia orgánica por fraccionamiento y microscopía óptica en cortes delgados, así como para su comparación con el horizonte Ap. Teniendo en cuenta que el perfil edáfico corresponde a un agrosistema, se aprecia una elevada proporción de materia orgánica y alta actividad biológica en el horizonte superficial. Entre las conclusiones se destaca la evolución favorable de la materia orgánica en ambas condiciones y algunas diferencias entre las distintas fracciones.

Palabras clave: Xerocept Gípsico, horizonte A enterrado, fraccionamiento de materia orgánica, micromorfología.

CHARACTERIZATION OF ORGANIC MATTER OF A GYPSIFEROUS SOIL WITH BURIED HORIZON (Ab) (SORIA, SPAIN)

ABSTRACT

Buried horizons are a frequent feature in alluvial and colluvial soils of gypsiferous environments in Central Spain. A soil profile with Ab horizon at a depth of 1,40 m was selected to characterize the organic matter by fractioning and optical microscopy in thin sections, making a comparison with the Ap horizon. The soil profile belongs to an agrosystem; it has high organic matter proportion and high biologic activity in the surface horizon. The favorable organic matter evolution in both conditions and some differences between the different fractions are the main conclusions.

Key words: Gypsic Xerochrept, buried A horizons, organic matter fractioning, micromorphology.

INTRODUCCION

La problemática de los suelos yesíferos en España tiene amplia difusión en las regiones centro-orientales. La presencia de horizontes A enterrados es frecuente en suelos aluviales y coluviales derivados de formaciones yesíferas en España Central (Laya, 1989). El objetivo ha sido caracte-

rizar la materia orgánica del perfil de suelo seleccionado en dos horizontes enriquecidos; uno el superficial y el otro un horizonte A enterrado a 1,40 m de profundidad.

El suelo estudiado se localiza en las cercanías de Fuencaliente de Medina (Soria), latitud $41^{\circ} 08' 05''\text{N}$ y longitud $02^{\circ} 28' 40''\text{W}$. Corresponde a la culminación inferior de una de las topose-

cuencias investigadas (Laya, op. cit.) en ambientes con materiales originarios de pelitas y margas abigarradas portadoras de yeso abundante, derivados del Triásico (Keuper) de origen marino.

El tipo de clima según Thornthwaite es "Subhúmedo" (C2s2 B'1b'4) y aplicando la clasificación agroclimática de Papadakis es considerado "Mediterráneo Templado Fresco". El exceso de agua, durante los meses de enero a abril y diciembre, no supera los 70 mm, lo que indica que el lavado de los suelos es casi inexistente. Los regímenes de humedad y temperatura, siguiendo la Taxonomía de Suelos (S.S.S., 1975), resultan Xérico y Mésico, respectivamente.

MATERIALES Y METODOS

El valle del arroyo La Mentirosa, donde se desarrolló el transecto, pertenece a la alta cuenca del Ebro. El relieve general es relativamente suave, con cotas máximas comprendidas entre unos 1.200 y 1.300 m, con frecuencia acentuado por la disección fluvial. En la descripción macromorfológica del suelo, se adoptó la Guía de la FAO (1977), así como las sugerencias de Herrero (1987) y Porta y Herrero (1988), adecuando la información para el SINEDARES (1983). Para los análisis generales de laboratorio, se siguieron los métodos descritos por Porta (1986b). En la determinación de carbono orgánico y nitrógeno total se aplicó el criterio de la Comisión de Métodos Analíticos del Instituto de Edafología y Agrobiología (1973), y para el fraccionamiento de la materia orgánica el método de Dabin (1971).

Los electroforegramas de los ácidos húmicos se desarrollaron sobre papel Whatman N° 1 a 220 voltios durante dos horas, en cubeta Desaga con tampón de Borax. El trazado e integración de las curvas correspondientes a los electroforegramas se verificó con un densitómetro Gelman DCD-16. La filtración a través de gel de los ácidos húmicos se realizó con Sephadex G-100 en columnas "Pharmacia"; como eluyente se utilizó agua destilada con flujo de 1,5 ml/min., aplicando una cantidad de muestra equivalente a 1,5 mg C, y registrando las curvas densitométricas a 450 nm con un espectrofotómetro Zeiss PMQ II, provisto de cubeta de flujo continuo y registrador Kipp Zonen ED 8.

Se extrajeron muestras en cajas de Kubiena, para su tratamiento y estudio micromorfológico. El método de obtención de láminas delgadas es el descrito por Benayas (1982), adoptando las medidas necesarias para la manipulación de muestras con alto contenido de yeso, (Herrero, op. cit.).

En la descripción micromorfológica se ha tomado la referencia de Bullock et al. (1985).

RESULTADOS Y DISCUSION

Características generales del ambiente y del suelo.

El transecto tiene afloramientos yesíferos en su extremo superior y atraviesa depósitos pelíticos rojizos (Fig. 1). Estos sedimentos se asimilan a una geoforma de cono aluvial, que discurre entre lomas bajas de yeso-roca. El suelo estudiado evoluciona en un relicto de terraza inferior; a estos sedimentos aluviales se superponen muy someramente los distales del cono. Cronológicamente, el perfil (P) se localiza sobre los sedimentos más modernos (Aluvial y Campiña), de unos 3 a 4.000 años (A. Pérez González, comunicación personal).

El suelo es profundo, la secuencia es del tipo A-Y-Cy-Ayb, es moderadamente bien drenado con el agua freática a 1,50 m, y presencia de moteados que indican una oscilación estacional moderada. La descripción detallada del perfil figura en el Anexo 1 y la información analítica general en el Anexo 2.

Algunas características macro y micromorfológicas, como así el contenido de materia orgánica y grado de saturación, apoyarían la consideración del horizonte Ap/A como mólico. Sin embargo, además de los criterios de Bullock et al. (op. cit.), sobre la dificultad para distinguir en horizontes superficiales de suelos cultivados los agregados naturales y artificiales, su exclusión es debida a la excesiva dureza en el estado seco (S.S.S., 1975; S.S.S.A., 1984). La clasificación de los suelos con yeso ha sido un punto débil de la Taxonomía de Suelos según reconocen sus autores (S.S.S., 1975); siguiendo la versión citada el suelo sería un Gipsiortid Fluvéntico Mólico. Porta (1986a) hace un análisis exhaustivo sobre este tema. Al cambiar la definición de los Aridisoles, el Soil Survey Staff (1982) propone, entre otras sugerencias, la de "Xerochrept Gípsico", que sería más adecuada y es la que consta actualmente (S.S.S., 1990). Por tanto, y por el momento, el suelo estudiado se clasifica como *Xerochrept Gípsico Mólico*. Finalmente, a la luz de las nuevas propuestas del ICOMID (1989), se prevén cambios muy importantes para los suelos con horizontes gípsicos.

Fraccionamiento de la materia orgánica

Los datos analíticos expresados en la Tabla 1 permiten apreciar la elevada proporción de materia

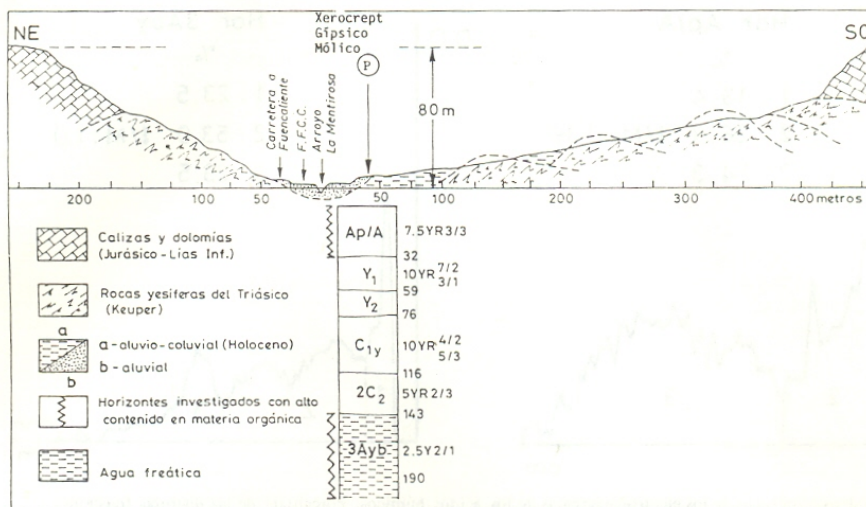


Fig. 1. Esquema de la toposecuencia: litología y perfil de suelo estudiado.

Tabla 1. Fraccionamiento de la materia orgánica (en %).

Hori- zonte	Pro- fundi- dad (cm)	C	Materia orgánica libre	Materia orgánica humifi- cada	Acidos fúlvicos libres	Acidos fúlvicos extraí- bles	Acidos fúlvicos totales	Extracto húmico total	Acidos húmicos	Humina	N	C/N
Ap/A	0-38	3.19	(1) 0.01 (2) 0.31	3.17 99.69	0.25 7.86	0.47 14.78	0.72 22.64	1.31 41.19	0.84 26.42	1.61 50.63	0.329	9.67
3Ayb	143- 180	2.83	(1) 0.11 (2) 3.89	2.72 96.11	0.16 5.65	0.26 9.19	0.42 14.84	0.93 32.86	0.67 23.67	1.63 57.59	0.169	16.75

(1) Respecto al peso de muestra
(2) Respecto al C total

orgánica, y la alta actividad biológica global del horizonte Ap/A. Predominan los ácidos húmicos sobre los ácidos fúlvicos, pero el grado de polimerización de los ácidos húmicos es bajo, de acuerdo con la curva densitométrica (Fig. 2) correspondiente al electroforegrama. No obstante, las curvas de filtración de los ácidos húmicos a través de Sephadex —si bien de acuerdo con las cifras representativas de las fracciones excluidas y retenidas por G-50 muestran una proporción minoritaria de la fracción de ácidos húmicos con tamaño molecular mayor que 10.000— permiten comprobar que la mayor parte (76,6 %) de esta fracción es excluida en la filtración por Sephadex G-100, con tamaño molecular mayor que 100.000. El 50,6 % de la materia orgánica corresponde a las fracciones húmicas más evolucionadas insolu-

bles en los reactivos alcalinos.

En el horizonte 3Ayb se advierte una menor actividad biológica global de acuerdo con la razón C/N (Duchaufour, 1970); sin embargo, el grado de humificación es muy elevado. La relación A.H./A.F. y la fracción humina son mayores que en el horizonte Ap/A. La distribución de fracciones móviles (poco polimerizadas) y muy polimerizadas de los ácidos húmicos están equilibradas (Fig. 3), y es menor el porcentaje de fracciones excluidas por Sephadex G-100 que en el horizonte superficial. Este horizonte tiene muy restringida su aireación y ello explica la disminución de la actividad biológica global y el menor porcentaje de ácidos húmicos con tamaño molecular superior a 100.000.

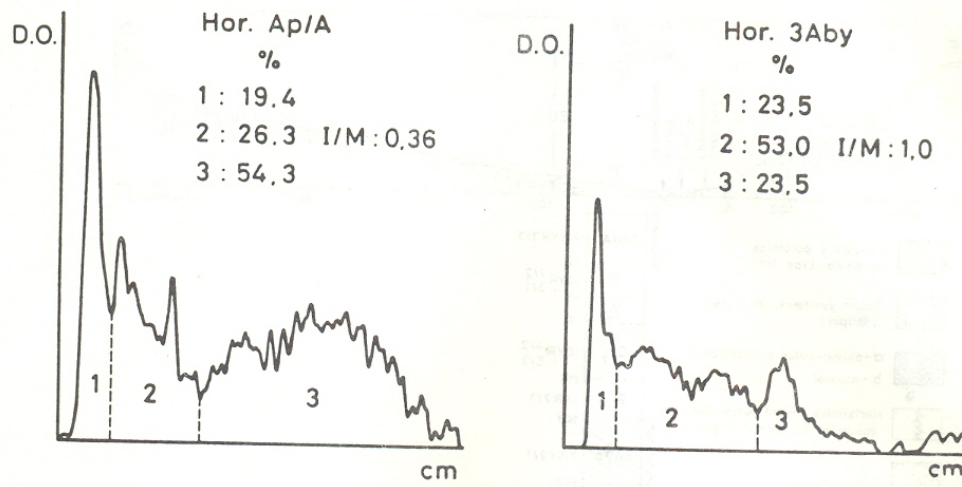


Fig. 2. Curvas densitométricas de los electroforegramas de los ácidos húmicos. Porcentaje de las distintas fracciones.

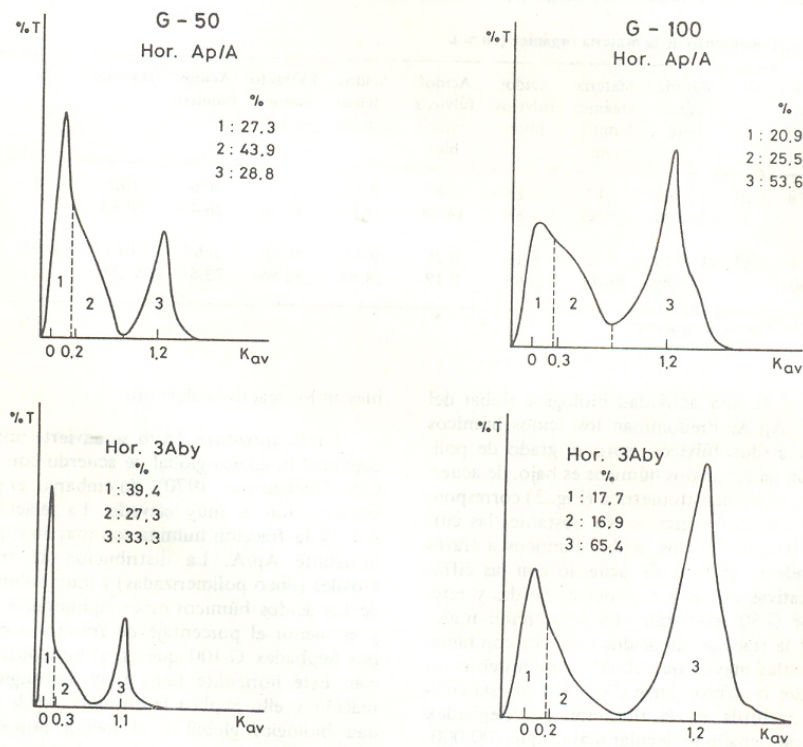


Fig. 3. Curvas de filtración a través de Sephadex G-50 y G-100 de los ácidos húmicos. Porcentajes de las diferentes fracciones.

Micromorfología

En los componentes orgánicos el límite de la razón g/f es de 5 μm . En el horizonte Ap/A se observan pocos restos de raíces en canales, amarillos y birrefringentes; restos comunes de tejidos de 5-400 μm , algunos pardos oscuros y otros teñidos por flobáfenos, en canales y en la masa basal; presencia de partículas redondeadas de 100-160 μm atribuidas a esporas y de partículas quemadas.

En el horizonte 3Ayb se identifican: restos de órganos pardo rojizos pobremente preservados; muy pocos restos de tejidos, rojos, isótropos y con frecuencia alargados, de 5-150 μm ; microgranos opacos de 1 μm ; muy pocas partículas esferoidales, rojizas, de 60-140 μm , atribuidas a esporas, y pigmento orgánico. Este último es el responsable del color pardo grisáceo muy oscuro, visible en el campo en estado húmedo.

Los restos de gasterópodos son raros en el horizonte Ap/A, mientras que cubren un 10 % del corte delgado en el 3Ayb. La actividad de la edafofauna es evidente por el contenido en edaforragos arqueados; corresponden a ortoestriotúbulos Brewer (1976), con estructura en parte modificada. Y están en mayor proporción en el horizonte enterrado que en el superficial. Esto último no está en contradicción con la mayor actividad biológica global del horizonte Ap/A, en la que hay que tener en cuenta la densidad microbiana (hongos, bacterias, actinomicetes, etc.) (Tabla 2). En el horizonte 3Ayb se observan framboides comunes, junto a canales y en glomérulos diseminados, y no están oxidados; en el Ap/A son pocos y están muy oxidados.

Tabla 2. Síntesis de actividad biológica en los horizontes.

Biorragos	Ap	3Ayb
Restos de gasterópodos	(r)	(p) 10 %
Rasgos edáficos arqueados	(r)	(mp)
Restos de órganos	(p)	(mr)
	bien y moder. preservados	pobremente preservados
Restos de tejidos	(c)	(mp)
Microgranos	--	(mp)
Pigmento orgánico	--	bien destacado
Esporas	(mr)	(mp)
Framboides	(mp)	(c)
	oxidados	no oxidados
Partículas quemadas	(mr)	--

(a) abundantes, (c) comunes, (f) frecuentes, (p) pocos, (mp) muy pocos, (r) raros, (mr) muy raros.

La interpretación del examen microscópico corrobora las condiciones favorables del medio ecológico, indicadas en el fraccionamiento de la materia orgánica, con las variantes propias del edafoclima que afectan de una manera diferente a los horizontes Ap/A y 3Ayb. Por tanto, la descomposición de plantas sigue un modelo semejante pero el medio ecológico fue más favorable a la humificación durante el período de formación del horizonte enterrado, porque probablemente habría alternativas de períodos de saturación y de desecación edáficas muy favorables a la polimerización de los ácidos húmicos.

Si bien la actividad biológica global es mayor en el horizonte superficial, los electroforegramas de los ácidos húmicos demuestran un mayor grado de polimerización de los ácidos húmicos extraídos del horizonte enterrado. Esto es debido a que la neoformación de compuestos húmicos es un proceso de naturaleza biofísicoquímica, interviniendo en los procesos de condensación catalizadores inorgánicos además de las polifenoloxidasas.

CONCLUSIONES

La caracterización de la materia orgánica del horizonte superficial de un suelo yesífero en relación con la de un horizonte A enterrado a 1,40 m, ambos con alto contenido de materia orgánica, constituye un ejemplo de su presencia frecuente en suelos aluviales y coluviales de ambientes yesíferos.

Las características morfológicas y químicas permitirían definir al horizonte Ap/A como mólico; sin embargo, se lo excluye como tal por su excesiva dureza al estado seco, siendo clasificado el suelo como Xerocept Gípsico Mólico (S.S.S., 1990).

Del fraccionamiento de la materia orgánica, se desprende que el horizonte 3Ayb se caracteriza por una menor actividad biológica global que el horizonte Ap/A, pero el grado de humificación es muy elevado. Aunque la actividad biológica sea menor, los ácidos húmicos demuestran mayor grado de polimerización.

La descomposición de los restos de plantas en los dos horizontes estudiados sigue un modelo semejante, pero la polimerización de los ácidos húmicos se realizó en condiciones más favorables en el período de formación del horizonte A enterrado.

REFERENCIAS

- Benayas, J., 1982. Atlas de micromorfología de suelos e introducción a la micromorfología. Mon. 84, ETSIA (UPM), Madrid. 87 p.
- Brewer, R., 1964. Fabric and mineral analysis of soils. John Wiley and Sons, Inc. N. Y. 470 p.
- Bullock, P.; N. Fedoroff, A. Jongerius; G. Stoops, y T. Tursina, 1985. Handbook for soil thin section description. Waine Res. Publ., England. 150 p.
- Comisión de Métodos Analíticos del Inst. Edaf. Agrob., 1973. Determinaciones analíticas en suelos. Normalización de métodos. An. Edaf. Agrobiol., 32: 1.151.
- Dabin, B., 1971. Etude d'une méthode d'extraction de la matière humique du sol. Sci. du Sol, 1: 47-63.
- Duchaufour, Ph., 1970. Précis de Pédologie. Masson & Cie. Paris.
- FAO, 1977. Guía para la descripción de perfiles de suelo (2da. Ed.). Dción. Fom. Tierras y Aguas; Roma. 70 p.
- Herrero, J., 1987. Suelos sobre los yesos paleógenos. Barbastro-Balaguer-Torá. Tesis Doctoral, Univ. Zaragoza. Inédito. 468 p.
- International Committee on Aridisols (ICOMID), 1989. Aridisols. Version 6.0. Draft: April 13. 57 p.
- Laya, H. A., 1989. Génesis, propiedades tecnológicas y posibilidades de utilización de los suelos salinos de la cuenca del Duero y del Tajo, con énfasis en los suelos yesíferos. Tesis Doctoral, ETSIA, Univ. Politécnica Madrid. Inédito, 356 p.
- Porta, J., 1986a. Edafogénesis en suelos yesíferos en medio semiárido. Doc. difusión restringida. ETSIA Lérida. 136 p.
- Porta, J., 1986b. Técnicas y experimentos en edafología. Collegi Of. Eng. Agron. Catalunya; Barcelona. 282 p.
- Porta, H. y J. Herrero, 1988. Micromorfología de suelos con yeso. An. Edaf. Agrobiol., XLVII, 1-2: 179-197.
- SINEDARES, 1983. Manual para la descripción codificada de los suelos en el camp. Min. Agr. P. Alim. de España. 137 p.
- Soil Science Society of America, 1984. Guy D. Smith discusses Soil Taxonomy. Soil Survey Horizons (Reprint). Brasfield J. F., et al. (Ed.). Madison, Winsconsin (U.S.A.). 41 p.
- Soil Survey Staff, 1975. Soil Taxonomy. A Basic System for Making and Interpreting Soil Surveys. Agr. Handbook 436, Soil. Cons. Serv. USDA. 754 p.
- Soil Survey Staff, 1982. Taxonomía de Suelos. Un Sistema Básico de Clasificación de Suelos para Hacer e Interpretar Reconocimiento de Suelos. Versión abreviada preparada por W. Luzio. SMSS Technical Monograph Nº 5, USDA. 265 p.
- Soil Survey Staff, 1990. Keys to Soil Taxonomy. SMSS Technical Monograph Nº 19, Fourth Ed., USDA, Virginia Tech. 422 p.

ANEXO I

Descripción del perfil

Ap/A	Pardo oscuro (7.5 YR 3/3) en húmedo, pardo (7.5 YR 5/2) en seco. Franco arcillo limoso a arcillo limoso. Estructura en bloques subangulares gruesos y muy gruesos, moderados. Muy duro. Raíces comunes muy finas hasta medianas. Reacción con HCl-10 % fuerte. Escasas grietas de contracción de hasta 3 cm de ancho. Límite abrupto suave. Seco.
0-38 cm	
Y1	Gris muy oscuro (10 YR 3/1) y gris oscuro (10 YR 4/1) en húmedo, gris claro (10 YR 7/2) y blanco (10 YR 8/2) en seco. Franco arcillo limoso. Estructura en bloques subangulares medios y gruesos, moderados. Blando. Raíces comunes muy finas hasta medianas. Reacción con HCl-10 % muy débil. Frecuentes poros muy finos y finos. Abundantes acumulaciones vermiformes de yeso, blandas, en poros y canales de raíces. Límite neto-ondulado. Ligeramente húmedo.
38-59 cm	
Y2	Algo abigarrado: gris (10 YR 5/1) y pardo grisáceo (10 YR 5/2) en húmedo, pardo grisáceo y pardo (10 YR 5/3) en seco; en contracciones de yeso, gris (10 YR 5/1) y blanco (10 YR 8/2); moteados comunes, débiles y difusos, amarillos y pardo rojizos. Franco arcillo limoso. Estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles. Friable. Raíces escasas. Reacción con HCl-10 % muy débil. Frecuentes poros finos y muy finos. Abundantes acumulaciones de yeso vermiforme, blandas, en poros y canales de raíces. Límite neto y suave. Húmedo.
59-76 cm	
C1y	Pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2) y pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo, pardo (10 YR 5/3) y pardo grisáceo (10 YR 5/2) en seco. Parte superior, con manchas semejantes al anterior. Arcillo limoso. Estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles. Friable. Raíces escasas. Reacción con CHI-10 % débil. Comunes poros finos y muy finos. Dominios con acumulación común de yeso vermiforme blandos, en poros y canales de raíces. Límite gradual y suave. Muy húmedo.
76-116 cm	

- 2C2 Pardo rojizo oscuro (5 YR 2/3) y pardo oscuro (7.5 YR 4/6) en húmedo, pardo rojizo oscuro (5 YR 2/4) y pardo fuerte (7.5 YR 5/6) en seco. Arcillo limoso. Adhesivo y plástico. Raíces escasas. Reacción con HCl-10 % moderada. Límite neto-gradual, suave. Mojado.
- 3Ayb Pardo grisáceo muy oscuro (2.5 Y 2/1) en húmedo, amarillento (2.5 Y 6/1) en seco. Arcillo limoso. Plástico y adhesivo. Raíces muy abundantes, vivas y muertas. Reacción con HCl-10 % fuerte. Presencia común de gasterópodos de concha muy débil, desde 1 mm a más de 1 cm; varias especies. Bajo capa de agua freática.

Notas: Desde Y2 hacia abajo se destacan raíces rizomatosas; C2 y Ab, en seco, bastante duros.

ANEXO 2

Resultados analíticos

Horizontes	Ap/A	Y1	Y2	C1y	2C2	3Ayb	
Profundidad (cm)	0-38	38-59	59-76	76-116	116-143	143-190	
Retención de humedad (%) 1500 KPa	17,9	16,7	14,3	16,0	20,2	17,7	
33 KPa	29,3	24,0	22,3	24,7	31,4	31,3	
Densidad aparente (Mg m ⁻³)	1,23	1,10	1,19	1,13	1,24	1,23	
Materia orgánica (%)	5,5	3,7	3,1	1,8	2,1	4,9	
pH, suspensión 1:2,5	7,4	7,7	7,6	7,6	7,4	7,5	
pH, en ClK	7,4	7,4	7,3	7,3	7,2	7,1	
pH, extracto de saturación	6,9	6,8	7,7	8,0	7,5	6,9	
CE, suspensión 1:5 (dSm ⁻¹ 25°C)	2,1	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	
CE, extracto saturado (dSm ⁻¹ 25°C)	2,9	3,7	3,5	3,8	4,1	3,9	
Carbonato de calcio equiv. (%)	5,5	2,6	2,2	5,3	12,6	8,0	
Yeso equivalente (%)	37,7	59,9	53,9	39,2	6,5	41,7	
Capac. Cambio Cation. (cmol+ Kg ⁻¹)	29,6	27,6	28,4	24,8	29,2	28,8	
Composición							
	Cl ⁻	0,3	3,5	1,9	3,5	2,4	2,7
	(*) SO ₄ ²⁻	39,46	43,42	47,05	48,68	51,09	49,73
del	CO ₃ ²⁻	0,6	0,0	0,0	0,0	0,6	0,6
extracto	CO ₃ H ⁻	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Suma de aniones	40,36	46,92	48,95	52,18	54,09	53,03
de	Ca ⁺⁺	35,6	29,2	28,4	31,6	37,2	35,6
saturación	Mg ⁺⁺	4,4	16,8	19,6	19,6	16,0	16,4
	Na ⁺	0,3	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9
(mmol+L ⁻¹)	K ⁺	0,06	0,02	0,05	0,08	0,09	0,13
	Suma de cationes	40,36	46,92	48,95	52,18	54,09	53,03

(*) Obtenido por diferencia