

EL FACTOR EDAFICO EN HUMEDALES DE CANTALEJO (PROVINCIA DE SEGOVIA)

ANA M. ALVAREZ¹, VICTORIA CALA¹ y JUANA GONZÁLEZ²

RESUMEN

Se estudian tres perfiles representativos de los suelos hidromorfos desarrollados sobre la facies detritica (arenas feldespáticas) de Cantalejo, provincia de Segovia.

Se describe el medio natural, geología, climatología y suelo.

Se analizan sus características morfológicas y parámetros físico-químicos, así como los contenidos en micro y macroelementos, cuyos valores podrían constituir algunos factores limitantes de uso para estos suelos debido, posiblemente, a la mayor acumulación en metales pesados que presentan los horizontes superiores de los mismos.

INTRODUCCION

Los humedales constituyen enclaves de gran interés, tanto desde el punto de vista ecológico como sociocultural y económico. La gestión y conservación de estos ecosistemas deben basarse en el conocimiento de todos y cada uno de sus diferentes aspectos: paisajístico, geológico, edáfico, régimen ácuico, etcétera. La diversidad entre los tonos ocreos y amarillos de la estepa castellana y los verdes de los humedales constituye por sí mismo un efecto positivo dentro del paisaje (REY BENAYAS, 1990).

La presencia de una capa freática de agua con niveles oscilantes según la época del año va a dar lugar a rasgos hidromórficos en los suelos por fenómenos de óxido-reducción. En la movilización del Fe en estado ferroso tiene fundamental importancia la existencia de materia orgánica, de su cantidad y calidad dependerá la velocidad del proceso (VIZIER, 1978). El estudio de los suelos hidromorfos sobre diferentes materiales ha sido abordado

por diversos autores: VIZIER (1978), DUCHAUFOUR (1984), IBÁÑEZ *et al.* (1985), etcétera.

La desecación de humedales plantea serios problemas de impacto ambiental, como pueden ser la pérdida de zonas palustres, el «stress» hídrico de la vegetación que puede llegar a destruirla, entre otros (REY BENAYAS, 1990).

El objetivo de este trabajo es la caracterización de los suelos desarrollados en los humedales de Cantalejo (provincia de Segovia). Se aborda el estudio desde el punto de vista edáfico, ya que el suelo, por sí mismo, constituye un elemento de paisaje y un hábitat para la flora y fauna dentro del ecosistema. Asimismo, se esbozan algunas posibles causas limitantes para el uso actual de los suelos.

MATERIALES Y METODOS

La zona de estudio se sitúa en el área centro-norte de la provincia de Segovia, dentro de la Hoja núm. 430 (Cantalejo), escala 1:50.000 del Mapa Nacional. Los suelos elegidos están ubicados en las márgenes de dos de las lagunas mayores de Cantalejo: Navalayegua (perfiles I y II) y Navahornos (perfil III). Los perfiles I y II están localizados a la derecha de la carretera de Cantalejo a Lastras de Cuéllar, y el perfil III a la izquierda de la carretera de

¹ Departamento Química Agrícola, Geología y Geoquímica. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma. Madrid.

² Departamento Edafología. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense. Madrid.

Cantalejo a Cuéllar. Las coordenadas están comprendidas entre los límites: 0°, 18' y 0°, 19' W y 41°, 15' y 41°, 17' N.

La climatología se caracteriza por una temperatura media anual de 8 a 12° C; la temperatura media del mes más frío oscila entre 0 y 4° C, alcanzando el mes más cálido temperaturas que rondan los 18-22° C, con un período de heladas cuya duración media es de seis a ocho meses, lo que permite clasificarlo como clima mediterráneo templado o templado-fresco, según la zona, tal como indica la memoria del mapa de cultivos y aprovechamientos.

Por lo que respecta al régimen de humedad, con una precipitación media que oscila entre 400 y 800 mm y una duración media del período seco coincidente con los meses más cálidos y que abarca de dos a cuatro meses, se define como mediterráneo seco, incrementando el grado de humedad hacia el sureste, donde la temperatura varía a clima más fresco. El régimen de humedad local del suelo es ácuico, dada la humedad permanente a cierta profundidad visible en todos los perfiles.

El material geológico que da lugar a estos suelos está formado por arenas cuarcíticas y feldespáticas (según el estudio de la mineralogía de la fracción arena muy fina), materiales terciarios procedentes de la descomposición de las rocas de la sierra.

Descripción de los perfiles

Los perfiles están ubicados en una superficie topográfica llana. La vegetación, de pastizal, conduce a un uso de pastoreo. El material originario común a todos ellos es de arenas cuarcíticas y feldespáticas. El drenaje externo es moderado; el interno, escaso. Destaca la presencia de una capa freática permanente que alcanza una profundidad de 50-60 cm. Los suelos no presentan pedregosidad ni afloramientos rocosos. Sufren erosión hídrica superficial.

La descripción morfológica de cada uno de ellos se detalla a continuación:

PERFIL I

Ah: 0-10 cm. Color en húmedo 10 YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro, en seco 10 YR 4/3. Coloración uniforme. Textura franco arcillo-arenosa

(FAO). Estructura migajosa. Consistencia moderada, no adherente, no plástico. No hay presencia de cutanes. No hay cementación. Poros frecuentes. No hay presencia de raíces. Límite con el horizonte inferior plano.

Ahg: 10-13 cm. Color en húmedo 10 YR 4/2 pardo grisáceo oscuro, en seco 10 YR5/3 pardo con manchas coloreadas grises y rojizas. Textura franco-arenosa. Estructura grumosa moderada. Más plástico y adherente que el horizonte anterior. No hay presencia de cutanes. Poros frecuentes. Límite con el horizonte inferior plano.

Cg1: 13-28 cm. Color en húmedo 10 YR 6/2 gris pardo claro, en seco 10 YR 7/3 gris ligeramente pardo. Textura arenosa. Estructura particular. Porosidad elevada. Límite plano y neto con horizonte inferior.

Cg2: 28-31 cm. Color en húmedo 10 YR 6/2 gris pardo claro, en seco 10 YR 7/1. Según reconocimiento de campo parece una banda de hidromorfía de color muy oscuro. Textura arenosa. Estructura particular. Porosidad elevada. Límite plano con horizonte inferior.

Cg3: >31 cm. Color en húmedo 10 YR 7/3 pardo muy pálido, en seco 10 YR 7/2 gris claro. Las características del horizonte son semejantes en cuanto a textura y estructura al anterior. A 50 cm aparece la capa freática.

PERFIL II

Ah: 0-10 cm. Color en húmedo 10 YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro, en seco 10 YR 4/1. Coloración uniforme. Textura franco arcillo-arenosa (FAO). Estructura migajosa. Consistencia moderada, no adherente, no plástico. No hay presencia de cutanes. No hay cementación. Poros frecuentes. No hay presencia de raíces. Límite con el horizonte inferior plano.

Ahg: 10-13 cm. Color en húmedo 10 YR 4/1 gris oscuro, en seco 10 YR 3/2. Contrasta con el anterior por su tonalidad más clara. Textura franco-arenosa (FAO). Estructura migajosa. No hay presencia de cutanes. Poros frecuentes. Límite con el horizonte inferior neto y plano.

ACg: 13-23 cm. Color en húmedo 10 YR 2/1 negro, en seco 10 YR 3/2 pardo muy oscuro. Tex-

tura arenosa. Estructura de grano fino. Matriz con cantos y de aspecto arcilloso en campo. Límite plano y neto con horizonte inferior.

Cg1: 23-35 cm. Color en húmedo 10 YR 5/1 gris, en seco 10 YR 7/1. Textura arenosa. Estructura granular débil. porosidad elevada. Límite plano con horizonte inferior. Zona de transición de color gris oscuro por movilización de materia orgánica.

Cg2: >35 cm. Color en húmedo 10 YR 7/2 blanco, en seco 10 YR 8/2 gris claro. Textura arenosa. Estructura particular de grano suelto. A 60 cm de la superficie aparece la capa freática.

PERFIL III

Ah1: 0-10 cm. Color en húmedo 10 YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro, en seco 10 YR 3/2. Coloración uniforme. Textura arenosa (FAO). Estructura migajosa. Consistencia moderada, no adherente, no plástico. No hay presencia de cutanes. Hay presencia de raíces. Poros frecuentes. Límite con el horizonte inferior plano.

Ah2: 10-30 cm. Color en húmedo 10 YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro, en seco 10 YR 4/1. Coloración uniforme. Textura arenosa (FAO). Estructura grumosa más fina que la anterior. No hay presencia de cutanes. Poros frecuentes. Límite con el horizonte inferior neto.

Cg: 30-35 cm. Color en húmedo 10 YR 6/3 pardo claro, en seco 10 YR 5/2. Zona de hidromorfía con moteados. Textura arenosa (FAO). Estructura granular débil. Límite a horizonte inferior menos neto que los anteriores.

2Ag: 35-50 cm. Color en húmedo 10 YR 2/1 negro, en seco 10 YR 3/1. Se observa un enriquecimiento en materia orgánica que origina un acusado cambio de color. Textura arenosa franca. Estructura de grano fino, algo más consistente que la anterior por enriquecimiento en elementos finos. Límite con horizonte inferior neto.

2Cg: >50 cm. Color en húmedo 10 YR 6/3 pardo claro, en seco 10 YR 6/3. Presenta signos de hidromorfía y características de gley. El agua aparece a 60 cm. Textura arenosa. Estructura de grano fino, poco consistente. Este perfil está mejor estructurado que los anteriores.

METODOLOGIA

Sobre las muestras de suelos secadas al aire y pasadas por tamiz de 2 mm se realizaron las determinaciones siguientes: pH en H₂O y KCl 1 molL⁻¹, relación 1: 2,5; conductividad eléctrica, relación 1:5; densidad real, estimando el volumen de una masa de suelo conocida y densidad aparente por inmersión de un agregado en baño de mercurio, ambos variantes de métodos propuestos por el SOIL CONSERVATION SERVICE (1972). Determinación textural por el método de la pipeta (KILMER y ALEXANDER, 1949), con posterior fraccionamiento de arenas. Las determinaciones de C y N se llevaron a cabo mediante microanalizador (Perkin Elmer 2400 CNH). Bases de cambio y capacidad de intercambio catiónica a pH 7, método propuesto por SOIL CONSERVATION SERVICE (1972). Oxidos libres de Fe y Al mediante CBD (MEHRA-JACKSON, 1960). Ataque químico total para determinación de macro y microelementos por ataque ácido variante del método propuesto por FULLER *et al.* (1976). Las determinaciones de micro y macroelementos en los extractos se realizaron mediante espectrofotometría de absorción atómica. (No fue posible realizar las determinaciones de Na.)

RESULTADOS Y DISCUSION

El perfil I presenta un carácter más ácido que los otros, especialmente en los horizontes subsuperficiales, donde el pH baja hasta valores de 4,8 (Tabla I). Los perfiles II y III se caracterizan por presentar un pH neutro-ácido en su conjunto.

Los valores de conductividad, bajos como era de esperar, se ven incrementados en superficie debido, posiblemente, al ascenso de la capa freática que deposita en los horizontes más superficiales las sales que lleva disueltas. Este incremento de conductividad se observa especialmente marcado en el perfil II. Por el contrario, el perfil III presenta los valores más bajos.

Se observa un cambio brusco en los valores de densidad real, menores en los horizontes superficiales por su riqueza en materia orgánica, contrastando con los mostrados por los horizontes arenosos. La densidad aparente sólo ha podido ser determinada en los horizontes con cierta agregación; los valores que presentan indican una porosidad relativa-

TABLA I

VALORES DE pH, CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (dS m⁻¹), CARBONO Y NITROGENO (gr kg⁻¹), RELACIONES C/N, DENSIDAD REAL Y APARENTE (mg m⁻³) Y PORCENTAJE DE POROSIDAD

Perfil	Horizonte	Prof. (cm)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	c.e. (ds m ⁻¹)	C (gr kg ⁻¹)	N (gr kg ⁻¹)	C/N	dr (Mg m ⁻³)	da (Mg m ⁻³)	% poros.
P. I	Ah	0-10	5,5	4,9	206	118,3	9,4	13	1,75	1,18	33
	Ahg	10-13	6,1	5,1	162	58,1	4,4	13	1,89	1,42	25
	Cg1	13-28	5,6	4,6	29				2,44		
	Cg2	28-31	5,7	4,5	48				2,44		
	Cg3	>31	4,8	3,8	36				2,44		
P. II	Ah	0-10	6,9	5,8	564	192,7	15,9	12	1,49	0,73	51
	Ahg	10-13	6,3	5,9	146	42,1	3,4	12	2,00	1,63	19
	ACg	13-23	6,7	5,4	54				2,82	1,59	28
	Cg1	23-35	6,2	4,5	23				2,38	1,53	26
	Cg2	>35	6,6	4,3	15				2,38		
P. III	Ah1	0-10	6,1	5,4	103	143,7	12,3	12	1,89	0,78	59
	Ah2	10-30	5,7	4,9	29	106,0	9,4	11	2,08	1,04	50
	Cg	30-35	5,7	4,5	18	3,8	0,4		2,38	1,83	23
	2Ag	35-50	6,0	4,8	20	26,5	2,8	9	2,08	1,44	31
	2Cg	>50	6,2	4,0	26	1,3	0,1		2,22	1,93	13

TABLA II

COMPOSICION PORCENTUAL DE ARENA, LIMO Y ARCILLA. FRACCIONAMIENTO DE ARENAS

Perfil	Horizonte	Prof. (cm.)	% arcilla	% limo	% arena	MG	G	M	F	MF
P. I	Ah	0-10	15,5	13,2	71,1	1,6	27,9	30,5	9,9	1,2
	Ahg	10-13	12,5	12,1	75,4	1,1	21,6	38,0	12,9	1,7
	Cg1	13-28		1,4	97,5	1,9	36,9	48,1	10,5	0,5
	Cg2	28-31		1,4	94,8	1,2	25,0	50,1	19,8	0,7
	Cg3	>31		0,2	95,5	0,6	24,4	54,8	15,6	0,1
P. II	Ah	0-10	31,8	11,3	56,9	1,7	8,4	23,6	18,4	5,1
	Ahg	10-13	10,5	19,5	53,8	0,3	7,7	22,5	18,2	5,2
	ACg	13-23	8,9	7,5	81,8	1,5	9,3	32,0	30,8	9,2
	Cg1	23-35	1,4	6,4	92,3	0,4	6,2	36,9	41,4	12,9
	Cg2	>35		1,4	95,5	0,7	8,6	36,1	40,1	10,0
P. III	Ah1	0-10	<1	10,0	78,4	0,3	10,2	47,8	26,6	2,6
	Ah2	10-30	<1	9,5	77,2	0,3	10,7	47,1	26,9	2,6
	Cg	30-35	<1	4,5	95,3	0,5	11,1	50,1	31,2	2,0
	2Ag	35-50	8,0	7,0	79,2	0,9	9,3	28,3	29,4	6,2
	2Cg	>50	<1	1,0	93,9	1,2	10,9	36,2	40,4	5,2

TABLA III

BASES DE CAMBIO, Ca, Mg, Na, K (cmol kg⁻¹). SUMA DE BASES, CAPACIDAD TOTAL DE CAMBIO (cmol kg⁻¹) Y SU PORCENTAJE DE SATURACION

Perfil	Horizonte	Prof. (cm.)	Ca (cmol kg ⁻¹)	Mg (cmol kg ⁻¹)	Na (cmol kg ⁻¹)	K (cmol kg ⁻¹)	S (cmol kg ⁻¹)	T (cmol kg ⁻¹)	% V
P. I	Ah	0-10	9,0	4,5	0,8	0,2	14,5	54,2	26,7
	Ahg	10-13	4,7	3,0	0,4	0,1	8,2	38,4	24,5
	Cg1	13-28							
	Cg2	28-31							
	Cg3	>31							
P. II	Ah	0-10	11,7	4,4	0,6	0,2	16,9	30,3	55,8
	Ahg	10-13	7,5	3,9	1,0	0,7	13,1	23,9	54,8
	ACg	13-23	3,1	1,8	0,5	0,1	5,5	12,3	44,7
	Cg1	23-35							
	Cg2	>35							
P. III	Ah1	0-10	9,8	3,3	0,5	0,1	13,7	39,0	35,1
	Ah2	10-30	5,9	1,6	0,3		7,8	24,3	32,1
	Cg	30-35	1,2	0,7	0,3		2,2	4,4	
	2Ag	35-50	5,1	1,8	0,4	0,1	7,4	18,6	39,8
	2Cg	>50							

TABLA IV

CONTENIDOS EN OXIDOS TOTALES Y LIBRES DE Fe Y Al (%). RELACIONES I/T*100

Perfil	Horizonte	Prof. (cm.)	% Fe ₂ O ₃ T	%Fe ₂ O ₃ l	Fe ₂ O ₃ I/T	%Al ₂ O ₃ T	%Al ₂ O ₃ l	Al ₂ O ₃ I/T
P. I	Ah	0-10	1,9	0,43	22,6	8,3	0,09	1,1
	Ahg	10-13	1,8	0,22	12,2	10,0	0,08	0,8
	Cg1	13-28	0,2			5,0		
	Cg2	28-31	0,2			5,3		
	Cg3	>31	0,2			4,8		
P. II	Ah	0-10	2,1	0,57	27,1	7,1	0,03	0,4
	Ahg	10-13	1,9	0,35	18,4	7,9	0,01	0,1
	ACg	13-23	0,7	0,11	15,7	5,7		
	Cg1	23-35	0,2			4,7		
	Cg2	>35	0,2			5,1		
P. III	Ah1	0-10	0,7	0,37	59,2	4,1	0,03	0,7
	Ah2	10-30	0,6	0,15	25,0	4,6	0,03	0,7
	Cg	30-35	0,2			4,9	0,03	0,6
	2Ag	35-50	0,7	0,10	14,3	5,1		
	2Cg	>50	0,3			5,1		

mente elevada, propia de la estructura grumosa que les caracteriza y que alcanza su máxima expresión en el perfil III.

Estos suelos destacan por su contenido en C orgánico y N, especialmente elevados en el perfil II, disminuyendo en general intensamente a partir de los 10 cm de profundidad. Las relaciones C/N resultan muy bajas y presentan valores de 12-13 en los horizontes más superficiales. Estas relaciones son propias del tipo de vegetación bajo la que se desarrolla los suelos y que da lugar a un humus tipo mull (DUCHAUFOUR, 1984) aunque, por el carácter moderadamente ácido del material originario y la baja saturación de los perfiles se trate de un mull distrófico para I y III, y mesotrófico para II.

El estudio del análisis textural (Tabla II) muestra un enriquecimiento relativo de arcilla para los horizontes más superficiales de los perfiles I y II, con una clara disminución en profundidad de elementos finos. El incremento de arcilla en los horizontes superiores podría indicar, en parte, una mayor actividad edáfica en ellos debido a la presencia de materia orgánica y al carácter moderadamente ácido de los mismos (HOYOS y GONZÁLEZ, 1969). Para el perfil III se observa una tendencia acumulativa de arcilla en el horizonte 2Ag que, aunque escasa, resalta dentro del contexto del suelo. La relación arena:lino es alta, como corresponde a suelos con minerales muy poco atacables (HOYOS y GONZÁLEZ, 1969). Vistos los valores de los tres perfiles, éstos se observan diferentes para los horizontes superficiales y los correspondientes a horizontes subsuperficiales, lo cual, según RITCHIE (citado por J. BALLESTA *et al.*, 1991), podría suponer una discontinuidad sedimentológica, pero siempre teniendo en cuenta que los materiales provienen de una misma área fuente. Hecho comprobado al observar el fraccionamiento de arenas en cada uno de los horizontes de los perfiles estudiados: el perfil I presenta claro dominio de las fracciones media y gruesa; para el perfil II, media y fina, ésta más elevada en los horizontes inferiores; en el perfil III dominan, asimismo, las fracciones media y fina. En todos los suelos estudiados destaca el dominio de elementos gruesos sobre los finos.

Estudiando la mineralogía de la fracción arena muy fina pulverizada, mediante espectroscopía de rayos X, se tiene una total homogeneidad a lo largo del

perfil. Está compuesta mayoritariamente de cuarzo y feldespato potásico.

Son suelos pobres en bases (Tabla III); en todos los casos el Ca es el catión dominante. El perfil II es el que presenta mayor saturación, alcanzando, incluso, más del 50% en los horizontes superiores.

Los contenidos en Fe total (Tabla IV) son muy bajos en los horizontes de gleyzación, debido a pérdidas de Fe por arrastre lateral en forma de Fe^{++} . Los contenidos en Fe libre son bajos y las relaciones Fe libre-total son también bajas, como corresponde a suelos de escasa alteración.

La distribución de Al total, semejante a la presentada por el Fe total en los perfiles, denota una separación entre horizontes órgano-minerales y horizontes arenosos, resultando claramente enriquecidos los primeros, posiblemente debido a la mayor cantidad de arcilla que presentan. La relación Al l/T sigue la tónica marcada por el Fe.

Los otros macroelementos (Tabla V) resultan, asimismo, más elevados en los horizontes superiores. Los contenidos de macroelementos en estos suelos son comparables a los determinados en otros suelos desarrollados sobre facies detríticas arenosas; resultan relativamente enriquecidos en K dada su mineralogía, y con una relativa acumulación de sílice en los horizontes minerales. Se observan contenidos de Ti muy bajos en el perfil III, máxime si se comparan con los determinados en los dos primeros perfiles. Para el perfil III se observa además un descenso paulatino de Fe, Al y otros macroelementos dentro del perfil, para incrementar posteriormente en el horizonte Ag2 y volver a descender.

En cuanto al contenido en microelementos, se observa para todos ellos un descenso muy significativo con la profundidad, especialmente para el Mn. La mayor concentración en los horizontes superiores se debe al contenido en arcilla y materia orgánica (ALLOWAY, 1990). Los valores de metales pesados que presentan los horizontes C son acordes con los indicados por ALLOWAY (1990) en arenas sedimentarias, si bien los contenidos en Cd resultan notoriamente más elevados y los de Mn sensiblemente menores. Comparando los valores de los horizontes superficiales con los indicados por BOWEN (1966) y ZPOSITO (1989) para suelos, pue-

TABLA V
CONTENIDOS EN MACRO (%) Y MICROCONSTITUYENTES (mg kg⁻¹)

Perfil	Horizonte	Prof. (cm.)	% CaOT	% MgO T	% K ₂ O T	% TiO ₂ T	Mn (mg kg ⁻¹)	Pb (mg kg ⁻¹)	Cd (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Ni (mg kg ⁻¹)	Cr (mg kg ⁻¹)
P. I	Ah	0-10	0,33	0,60	2,0	0,30	194	6,0	1,38	13,6	56,5	20,5	30,0
	Ahg	10-13	0,20	0,60	2,7	0,27	134	4,4	0,88	8,5	45,0	22,0	32,5
	Cg1	13-28	0,10	0,04	2,1	0,17	12	2,4	0,75	2,1	5,4	5,3	8,8
	Cg2	28-31	0,06	0,03	1,8	0,24	13	2,4	0,63	2,1	19,0	5,3	7,5
	Cg3	>31	0,08	0,03	1,8	0,34	16	1,6	0,63	2,5	5,5	5,3	8,8
P. II	Ah	0-10	1,15	0,70	1,6	0,37	1.686	3,6	1,50	15,7	55,0	21,2	32,5
	Ahg	10-13	0,39	0,60	2,7	0,44	900	6,4	1,63	8,1	36,0	18,2	25,0
	ACg	13-23	0,16	0,15	1,1	0,41	298	3,6	1,13	3,4	21,1	7,6	11,3
	Cg1	23-35	0,08	0,02	2,3	0,37	31	1,6	0,75	2,1	20,0	4,5	3,8
	Cg2	>35	0,12	0,03	2,8	0,30	40	2,0	0,75	2,1	4,5	4,5	6,3
P. III	Ah1	0-10	0,38	0,14	2,1	10,00*	127	4,8	1,00	5,1	44,5	9,1	13,8
	Ah2	10-30	0,33	0,11	1,8	15,00*	89	3,6	2,00	5,5	17,9	10,6	12,5
	Cg	30-35	0,08	0,03	2,7		23	3,6	0,50	3,0	24,8	5,3	5,0
	2Ag	35-50	0,12	0,14	2,5	10,00*	119	4,4	1,50	8,1	17,5	12,1	12,5
	2Cg	>50	0,08	0,04	2,7	10,00*	52	4,0	1,00	3,0	18,7	6,1	8,8

* mg kg⁻¹Ti.

den considerarse elevados para Mn en el perfil II, y en Cd para los tres perfiles, mientras que los demás elementos (Pb, Cu y Cr) presentan contenidos inferiores o caen dentro del rango indicado por los autores (Zn y Ni). Esta mayor acumulación de metales pesados en horizontes superiores se debe a la capacidad de adsorción de los minerales de la fracción arcilla y de la materia orgánica, que podría provocar el paso de los metales adsorbidos a la solución del suelo, de donde podrían ser tomados por las plantas o por los animales, con el riesgo consiguiente dentro del ecosistema.

Dado que, en ocasiones, los humedales se desecan para su aprovechamiento agrícola, y teniendo en cuenta las disposiciones generales del MAPA («BOE» núm. 262, 1990) que establece valores límite de concentración de metales pesados en suelos de uso agrícola en relación a su pH, se observa que la concentración de Cd en estos suelos podría resultar potencialmente tóxica para los cultivos, lo cual constituiría un factor limitante de uso para los mismos.

Como en el caso de los macroelementos, para el perfil III se observa un descenso paulatino de los metales pesados dentro del perfil, para volver a incrementar en profundidad en el horizonte 2Ag.

Dado el régimen de humedad que presentan los perfiles (ácuico) y el escaso desarrollo genético de los mismos, los suelos se clasifican como aquepts. Presentan epipedón úmbrico los perfiles I y III y mólico el perfil II, por lo que se clasificarían como humaquepts, y dentro de ellos como typic humaquepts según la clasificación USDA, concordante con la clasificación indicada por CLAYTON *et al.* (1977) y recogida por FOSS *et al.* (1983) para suelos similares a los estudiados por nosotros. Para la clasificación FAO el carácter gleyco es dominante y se clasifican como gleysoles úmbrico o mólico según el epipedón.

CONCLUSIONES

Los suelos estudiados se clasifican como inceptrisoles, suborden aquepts, quedando incluidos dentro de los gleysoles por la FAO.

Estos suelos se han formado a partir de un sustrato geológico común, arenas cuarcíticas, cuyos elementos constitutivos son cuarzo y feldespato potásico. Estas arenas se han depositado en dos eta-

pas sedimentarias distintas, pero procedentes de una misma área fuente, hecho que queda reflejado en la morfología de los suelos. En el perfil III, el segundo sedimento sepultó un suelo preexistente, poco evolucionado, con perfil AC, donde se detecta materia orgánica bien humificada que forma uniones con la fracción arcilla. La resistencia del material originario y la presencia permanente de agua han impedido el desarrollo de los suelos.

Los horizontes superiores, así como el horizonte enterrado del perfil III, con altos contenidos en

materia orgánica y mayores proporciones de arcilla, están igualmente enriquecidos en macro y microconstituyentes (especialmente en Cd). La acumulación de metales pesados en aquellos horizontes constituidos por componentes coloidales puede favorecer el paso de estos metales a la solución del suelo y capa freática; su concentración puede limitar tanto el aprovechamiento de estos suelos como pastizales o uso agrícola, como el de las aguas de estas lagunas, siendo posiblemente esta la causa junto con su desecación, de la pérdida de uso piscícola que era habitual.

SUMMARY

The study behold three representative profiles about soils with hidromorphic characteristics developed on detritic facies of Cantalejo (Segovia, Spain).

Natural environment, geology, climatology and soils were described.

Morphological, phisico-chemical characteristics and micro and macroelement levels were given. Heavy metal accumulation in top soil may be a risk factor for using these soils like agricultural land.

BIBLIOGRAFIA

- ALLOWAY, B. J., 1990: *Soil processes and the behaviour of metals. Heavy metals in soils*. ALLOWAY (ed.). Blackie. Glasgow & London: 7-28.
- BALLESTA, R. J.; CALA, V., y GARCÍA, R., 1991: «Grado de uniformidad de los materiales en suelos con horizontes territorialmente contrastados». *Suelo y Planta*, 1: 507-520.
- BRIDGES, H. J. M., 1966: *Trace elements in biochemistry*. Academic Press, London.
- BUCHAUFOR, Ph., 1984: *Edafología. 1. Edafogénesis y clasificación*. Masson. Barcelona.
- CLAYTON, J. S.; EHRLICH, W. A.; CANN, C. B.; DAY, J. H., & MARSHALL, I. B., 1977: *Soils of Canada*. Research Branch, Canada Dept. of Agriculture. Ottawa.
- FAO, 1990: *Mapa mundial de suelos*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma: 202.
- FOSS, J. E.; MOORMANN, F. R., & RIEGER, S., 1983: *Inceptisols. Pedogenesis and soil taxonomy. II. The soil orders*. WILDING, L. P.; SMECK, N. E., & HALL, G. F. (eds.). Elsevier. Amsterdam: 355-381.
- FULLER, W. H.; KORTE, N. E.; NIEBLA, E. E., & ALESH, B. A., 1976: «Contribution of the soil to the migration of certain common and trace elements». *Soil Sci.*, 122: 223-235.
- HOYOS, A., y GONZÁLEZ PARRA, J., 1969: «Estudio genético de algunos suelos de la Sierra de Guadarrama. III. Comportamiento de SiO₂, Al₂O₃ en la génesis de los suelos». *An. Edaf. Agrobiol.*: 631-641.
- IBÁÑEZ, J. J.; BALLESTA, R. J.; LÓPEZ, J.; REÑONES, P. O., y GUMUZZIO, J., 1985: «Suelos con caracteres turbosos del sector centro-oriental del Sistema Central. Análisis de los factores formadores y características macromorfológicas». *Boletín Estación Central de Ecología*. XIV, núm. 27. ICONA. MAPA.

- KILMER, V. J., & ALEXANDER, L. T., 1949: «Methods of making mechanical analysis of soil». *Soil Sci.*, 68: 15-24.
- MAPA, 1990: Real Decreto 1310/90, de 29 de octubre. *BOE* núm. 262.
- MEHRA, O. P., & JACKSON, M. L., 1960: «Iron oxide removal from soil and clays by a dithiarite citrate system buffered with sodium bicarbonate». *Clays clay miner.*, 7: 317-327.
- REY BENAYAS, J. ., 1990: *Ecosistemas de descarga de acuíferos en la cuenca del Duero*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, UAM.
- RITCHIE, A.; WILDING, L. P.; HALL, G. F., & STAHNKE, C. R., 1974: «Genetic implications of B horizons in Aqualfs of northeastern Ohio». *Soil. Soc. Am. Proc.*, 38: 351-358.
- SOIL CONSERVATION SERVICE, 1972: *Soil survey laboratory methods and procedures for collecting soil samples*. U.S. Department of Agriculture. Washington DC.
- SOIL SURVEY STAFF, 1989: *Keys to soil taxonomy*. SMSS. Technical monograph. Núm. 19.
- SPOSITO, G., 1989: *The chemistry of soils*. Oxford University Press. N.Y.
- VIZIER, J. F., 1978: «Dynamique du fer dans les sols hydromorphes». *Cab. ORSTOM. Ser. Pédol.*, XVI, 1: 21-43.