

7

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LOS SUELOS
SALINOS DE LA DEPRESION DEL DUERO. I.

por

A. GARCIA RODRIGUEZ, J. F. GALLARDO, R. MARTINEZ-CARRASCO,
M. SANCHEZ CAMAZANO y M. LEDESMA



PUBLICADO EN
ANALES DE EDAFOLOGIA Y AGROBIOLOGIA
TOMO XXXII, Núms. 11-12.—MADRID, 1973

991-1005

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LOS SUELOS SALINOS DE LA DEPRESION DEL DUERO

I. PROPIEDADES QUIMICAS Y TIPOLOGIA

por

A. GARCIA RODRIGUEZ, J. F. GALLARDO, R. MARTINEZ-CARRASCO,
M. SANCHEZ CAMAZANO y M. LEDESMA

SUMMARY

A CONTRIBUTION TO THE STUDY OF SALINE SOILS FROM THE DUERO
BASIN. I. CHEMICAL PROPERTIES AND CLASSIFICATION

Saline soils belonging to the Duero Basin are studied. In this work morphologic characteristics, chemical properties, exchange capacity and exchangeable cations, and humic characteristics are discussed. It is concluded that this soils belonging to two groups: solonchacks (soils developed on marl clays or limestones), and solonetz (soils on granitic or sandstone sediments).

El objeto del presente trabajo es la caracterización de los suelos afectados por salinidad en valles y depresiones de la Cuenca del Duero, estudiando la morfología, propiedades químicas, fisicoquímicas y los complejos de cambio y coloidal, y, a partir de estos datos, ofrecer una interpretación sobre la génesis y evolución de estos suelos. Con este fin se tomaron muestras de perfiles poco alterados en las comarcas siguientes: La Armuña, La Moraña, Tierras de Campos y Medina y Valle de Amblés, pertenecientes a las provincias de Avila, Salamanca y Valladolid (fig. 1).

En esta primera publicación se realiza el estudio de los suelos en cuanto a sus características generales, complejo de cambio y material humificado se refiere; en un segundo y último, se abordará el estudio de los minerales de la arcilla y la discusión conjunta.

En las zonas indicadas se encuentran manchas dispersas de suelos ricos en sales, salinos y salino-alcalinicos que, posiblemente, debido a la dispersión, no han sido investigados de forma sistemática; en el Mapa de suelos de España, escala 1:1.000.000, del C. S. I. C. (1968), se indica

la presencia de estos suelos mediante el símbolo S. Entre las características comunes cabe destacar:

Situación en depresiones aplanadas con difícil drenaje externo.

Clima continental semiárido, extremado; precipitación media anual entre 400 y 500 mm.; temperatura media anual, 12° C; temperaturas extremas, 40° C e inferiores a -10° C; sequía estival acentuada. (Publicaciones del I. O. A. T. O. y Mapa Agronómico Nacional.)

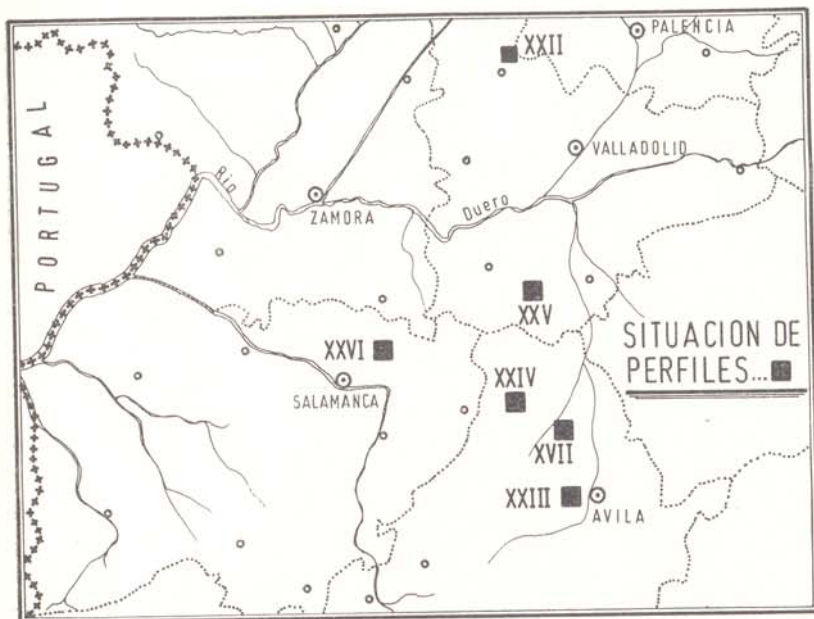


Fig. 1

Cubierta vegetal y agricultura: praderas semiagostantes; las especies halófilas se localizan en manchas y rodales casi desprovistos de vegetación en los que el encharcamiento y posterior deposición de sales en superficie alcanzan el más alto significado (1).

Aunque los suelos se han desarrollado a partir de margas arcillosas del Mioceno (Tierra de Campos), calizas, arcillas arcósicas y arenas

(1) Estas praderas pueden segarse a mediados de junio si la primavera ha sido húmeda y suave; durante el verano son aprovechadas por ganado ovino, ya que hay plantas que permanecen verdes hasta el otoño. Entre los géneros característicos cabe destacar *Puccinellia*, *Salsola* y *Salicornia* en las manchas más salinas; desde el punto de vista agrícola son importantes las especies del género *Trifolium*: *T. pratense*, *T. tomentosum*, etc.

feldespáticas del Mioceno y Cuaternario (La Armuña, La Moraña, Tierra de Medina y Valle de Amblés), la edad de todos ellos debe ser posterior a la última glaciación; no obstante, la acumulación de sales en los sedimentos y la formación de horizontes «argílicos» pueden datar de épocas anteriores.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las técnicas utilizadas en las determinaciones analíticas de los perfiles han sido las usuales en el Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca (método Kjeldahl para el N; método Walkley para el C; método de la pipeta para el análisis mecánico, extracción y fraccionamiento de la materia orgánica mediante el pirofosfato sódico) (Gallardo, Bacas, 1973). Para la determinación de los cationes de cambio, así como de las sales solubles del suelo, se ha seguido en líneas generales el esquema propuesto por Bower y colaboradores (1952) para suelos calizos y salinos, modificado en orden de poder efectuar las determinaciones de los cationes mediante fotometría de llama. Además se ha determinado la suma de cationes según el método propuesto por Metson (1956), efectuándose un lavado previo de las muestras con objeto de eliminar las sales solubles.

Se incluye a continuación la descripción de los perfiles seleccionados.

Descripción del perfil XVII

Situación: El Oso (Avila).

Altitud: 900 m.

Topografía: llano.

Geología: Mioceno.

Drenaje: externo: malo; interno: malo.

Vegetación y agricultura: pradera semiagostante.

Fecha: julio de 1970.

Salicornia caliza

Prof. cms.	Horizontes	Morfología
0 - 25	A	Pardo oscuro, 10 YR, 4/3, seco; arenolimoarcilloso, poliédrico, muy estructurado y cementado; eflorescencias blancas entre agregados; hier enraizado; bastante colonizado por ácaros.
25 - 50	B ₂₁	Pardo grisáceo oscuro, 10 YR, 4/2, seco; arcilloso, poliédrico, fuertemente estructurado; gran cantidad de nódulos y concreciones calizas; algo enraizado.
50 - 85	B ₂₂	Pardo, 10 YR, 5/3, semihúmedo; arenolimoarcilloso, subpoliédrico, con película de arcilla entre agregados; algo enraizado; gruesas concreciones calizas.

Descripción del perfil XXII

Situación: Palacio de Campos (Valladolid).

Altitud: 760 m.

Topografía: llano.

Geología: aluvial, margas.

Drenaje: externo: malo; interno: lento.

Vegetación y agricultura: pradera semiagostante.

Fecha: octubre de 1970.

Prof. cms.	Horizontes	Morfología
0 - 25	A	Pardo pálido, 10 YR, 6/3; arcilloso, grumoso muy estable (agregados de 5 mm.); muy enraizado; fuerte efervescencia al CIH.
25 - 60	B _{11g}	Pardo oliva a pardo oliva claro, 2,5 Y, 4,5/4; arcilloso, poliédrico muy estable; bien enraizado; alguna mancha pardo rojiza; alguna concreción ferruginosa de 2 mm.
60 - 100	B _{12sag}	Gris oliva oscuro, 5 Y, 3/2; arcilloso, subpoliédrico algo estable; bien enraizado; alguna eflorescencia salina.
+ 100	Ca	Abigarrado de gris oliva y amarillo pálido, 5 Y, 5/2 y 5/4; finoarenolimoso, compacto; algo enraizado.

Descripción del perfil XXIII

Situación: El Salobral (Avila).

Altitud: 1.100 m.

Topografía: depresión llana.

Geología: Cuaternario.

Drenaje: externo: malo; interno: malo.

Vegetación y agricultura: pradera semiagostante.

Fecha: febrero de 1971.

Prof. cms.	Horizontes	Morfología
0 - 12	Ae	Pardo, 10 YR, 5/3, húmedo; arenolimoso, suelto; regularmente enraizado; manchas de humus aisladas.
12 - 35	B _{21g}	Verde oliva, 5 YR, 4/3, húmedo; arcilloso, laminar en la parte superior y gradualmente compacto, de seco poliédrico o prismático; atraviesan el horizonte raíces por separaciones entre agregados.
35 - 55	B _{22g}	Verde grisáceo, 5 Y, 5/2, semihúmedo; limoarcilloso, análogo al anterior pero con desarrollo estructural más acusado; manchas de carbonatos.
55 - 75	B _{23g}	Gris verdoso claro, 5 Y, 3/2; limoarcilloso, compacto; aumentan las manchas de carbonato.
75 - 85	Ca	Gris verdoso y blanco, 5 Y, 5,5/2; horizonte de acumulación de carbonatos.

Descripción del perfil XXIV

Situación: Fontiveros (Avila).

Altitud: 870 m.

Topografía: depresión llana.

Geología: Cuaternario, aluviocoluvial.

Drenaje: externo: malo; interno: malo.

Vegetación y agricultura: pradera semiagostante.

Fecha: febrero de 1971.

Prof. cms.	Horizontes	Morfología
0 - 15	A	Pardo oscuro, 10 YR, 3/2, húmedo; arcilloso, grumoso estable; bien enraizado y humificado; efervescencia al CIH.
15 - 25	Aeg	Pardo amarillento, 10 YR, 4/4; arenolimoarcilloso, plástico, subangular, con manchas de oxidoreducción; efervescencia.
25 - 55	Bg	Gris oscuro, 5 Y, 2,5/1; arcilloso, poliédrico, con láminas de arcilla; algunas raíces; nódulos de carbonatos.
55 - 85	B/Ca	Arcilloso; igual color que el anterior, pero aumentan los nódulos de caliza.
85 - 115	Ca	Blanco y grisáceo: horizonte de acumulación de carbonatos.

Descripción del perfil XXV

Situación: Medina del Campo (Valladolid).

Altitud: 720 m.

Topografía: depresión llana.

Geología: Cuaternario, coluvial.

Drenaje: externo: lento; interno: malo.

Vegetación y agricultura: pradera semiagostante.

Fecha: febrero de 1971.

Prof. cms.	Horizontes	Morfología
0 - 12	A	Pardo grisáceo oscuro, 10 YR, 4/2, húmedo; arenoso, suelto; poco enraizado; sin efervescencia al CIH.
12 - 30	B ₂₁	Gris pardo claro, 2,5 YR, 6/2, semihúmedo; arenoarcilloso, suelto; pocas raíces; ligera efervescencia al CIH; transición abrupta.
30 - 75	B _{22g}	Verde oliva, 5 Y, 5/3, seco; arcilloso, plástico, prismático a columnar, fuertemente estructurado, película de arcilla entre agregados; alguna grava de cuarzo, concreciones calizas.
75 - 85	B/Ca	Verde oliva pálido, 5 Y, 6,5/3; arenolimoso; acumulación de carbonatos.
+ 85	IIC ₁	Pardo, 7,5 YR, 5/4; arenoso; no da efervescencia al CIH.

Descripción del perfil XXVI

Situación: Pajares de la Laguna (Salamanca).

Altitud: 820 m.

Topografía: depresión llana.

Geología: aluviocoluvial.

Drenaje: externo: lento; interno: malo.

Vegetación y agricultura: pradera semiagostante.

Fecha: febrero de 1971.

Prof. cms.	Horizontes	Morfología
0 - 7	A	Pardo oscuro, 10 YR, 4/5; arenoso, suelto a grumoso; bastante enraizado, con raíces finas; transición neta.
7 - 15	B ₁₁	Gris pardo claro, 10 YR, 6/2; arenolimoso, suelto, con eflorescencias salinas; las raíces finas atraviesan a horizontes inferiores; transición difusa.
15 - 30	B ₁₂	Pardo oliva claro, 2,5 Y, 5/4; arenolimoso, subpoliédrico; da efervescencia al CIH; alguna raicilla; transición difusa.
30 - 60	B ₁₃	Pardo oliva claro, 2,5 Y, 5/4; arenolimoarcilloso, poliédrico, con película de arcilla entre agregados; fin de penetración de raíces; transición abrupta.
60 - 80	B ₂₁	Pardo grisáceo oscuro, 2,5 Y, 4/2, húmedo; arcilloso, plástico, poliédrico, de seco prismático a columnar, película de arcilla entre agregados; efervescencia al CIH; transición difusa.
80 - 100	B ₂₂	Pardo oliva, 2,5 Y, 4/4; arcilloso; análogas características que el anterior.
+ 100	B/Ca	Pardo amarillento claro, 2,5 Y, 5,5/4, húmedo; arcilloso, plástico, subpoliédrico; pequeñas concreciones calizas.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

En la tabla I se dan los datos analíticos de los seis perfiles (pH, contenido en C, carbonatos y sales solubles, razón C/N y análisis mecánico).

En la tabla II se ofrecen los resultados del análisis del complejo de cambio de los suelos XXIII al XXVI, así como el tanto por ciento de humedad de las muestras secas al aire. Se observa que la suma de las bases de cambio determinada según Metson (1956), da valores iguales o más altos que el valor asignado a esa a partir de los cationes individualmente determinados; es muy probable que en el método de Bower y colaboradores (1952) el catión Ca^{2+} sea incompletamente desplazado por el NH_4^+ , por lo que la diferencia de los valores de S calculado y determinado debe ser atribuida al ión Ca^{2+} .

Por último, en la tabla III se expresan los resultados del fraccionamiento de la materia orgánica de los seis suelos; las diferentes fraccio-

TABLA I
Datos analíticos de los perfiles

Perfil	Horizontes	pH		C %	C/N	Análisis mecánico %			Carb. %	Sa. sol. %
		H ₂ O	ClK			Ar. gruesa	Arena fina	Limo		
XVII El Oso	A	6,9	6,4	2,94	12,5	36,5	30,5	9,8	—	0,11
	B ₂₁	8,5	8,0	0,68	9,3	35,0	18,5	12,3	3,2	0,65
	B ₂₂	9,3	8,6	0,23	7,4	50,0	13,0	9,0	4,6	0,55
XXII Palacio C.	A	7,7	7,0	5,06	12,8	2,0	4,0	22,5	22,0	0,11
	B _{11g}	7,8	7,1	0,90	7,0	5,5	8,5	18,6	18,0	0,15
	B _{12sag} Ca	7,7	6,9	0,83	8,3	9,5	12,0	19,5	14,0	1,03
XXIII El Salobral	B _{21g}	7,7	7,0	0,31	5,5	—	—	—	37,4	0,25
	B _{22g}	6,4	5,4	2,31	13,0	37,0	37,0	10,3	—	0,65
	B _{23g} Ca	7,5	6,7	1,33	11,0	20,0	16,0	27,8	0,5	0,34
XXIV Fontiveros	B _{21g}	8,7	8,0	0,40	7,4	27,0	16,0	19,8	5,6	0,91
	B _{22g}	9,0	8,4	0,19	5,5	17,5	5,5	21,5	15,0	1,08
	B _{23g} Ca	9,3	8,5	0,13	4,4	39,5	17,0	13,0	15,0	0,61
XXV Medina C.	A	7,5	6,7	4,70	11,5	19,5	9,5	12,3	9,3	0,15
	B ₂₁	7,7	6,8	0,89	9,0	37,0	11,5	11,7	9,3	0,10
	B _{22g} B _{23g} Ca	7,3	6,6	1,87	9,3	17,5	11,0	17,0	2,6	0,28
XXVI Pajares L.	B ₂₁	7,4	6,9	0,63	7,9	24,0	10,0	23,3	6,0	0,41
	B ₂₂	7,6	7,0	0,21	9,5	—	—	—	58,0	0,32
	B ₂₃	7,1	6,1	0,83	10,6	50,0	34,0	6,5	—	0,04
XXVII	A	8,2	7,1	0,19	5,4	45,0	29,0	9,0	—	0,19
	B ₂₁	9,5	8,8	0,19	5,4	28,0	28,5	10,0	4,7	0,60
	B _{22g} B _{23g} Ca	9,7	8,9	0,10	3,3	38,5	24,0	11,4	12,0	0,88
XXVIII	A	5,4	4,2	1,72	12,7	40,0	41,5	6,5	—	0,03
	B ₁₁	8,7	7,3	0,33	8,2	40,0	43,0	5,0	—	0,21
	B ₁₂	9,2	8,0	0,21	7,5	29,5	49,5	7,1	t.	0,38
XXIX	B ₁₃	9,8	9,1	0,21	5,3	22,0	38,0	26,5	0,7	0,60
	B ₂₁	9,7	8,9	0,17	3,7	20,0	31,0	8,0	t.	0,79
	B ₂₂	9,7	8,9	0,25	6,4	21,0	18,0	6,8	4,2	0,74

nes están expresadas en tantos por ciento de materia orgánica total de cada horizonte.

(Abreviaturas: Ar.g.: Arena gruesa; Ar.f.: Arena fina; L.: Limo; A.: Arcilla; Carb.: Carbonatos; Sa.sol.: Sales solubles; Df.: Diferencia; Et:B: Extracción etanol:bencénica; A.Hlb.: Acidos húmicos libres; A.Hlg.: Acidos húmicos ligados; A.Ht.: Acidos húmicos totales; A.F.: Acidos fúlvicos; Hna.E.: Humina extraíble; N. E.: Nivel de extracción; S. T y V mantienen su significado tradicional.)

DISCUSIÓN

Si se considera el material original, morfología y propiedades físicas y fisicoquímicas, pueden incluirse los perfiles estudiados en los siguientes dos grupos o tipos de suelos:

1. Perfiles XVII, XXIII, XXV y XXVI, situados respectivamente en La Moraña, Valle de Amblés, Tierra de Medina y La Armuña.
2. Perfiles XXII y XXIV, ubicados en la Tierra de Campos y La Moraña.

Los suelos del primer grupo se han formado a partir de sedimentos arenarcillosos provenientes de alteración de granitos y areniscas; se encuentran rodeados de suelos pardos o pardo rojizos, con horizontes B muy desarrollados y con frecuentes acumulaciones de carbonatos en algún subhorizonte. En los suelos estudiados, afectados de salinidad, se observa una secuencia de horizontes análoga a la de los suelos circundantes, aunque más acusada por la presencia y movilidad de sales alcalinas, especialmente del ión Na⁺; existen emigraciones de sales alcalinas, carbonato cálcico, arcilla y, en menor proporción, humus, lo que se manifiesta en la acumulación de sales solubles y carbonatos en los horizontes profundos, textura y estructura de los horizontes B e intensa variación del pH (alrededor o inferior a 7 en los horizontes superficiales y superiores a 9,0 en los subsuperficiales. El contenido en agua de los suelos secos al aire y la capacidad de cambio varían ampliamente dentro de cada perfil y se corresponden con el porcentaje de arcilla (gráficos 1 y 2). Dentro del complejo de cambio el Ca²⁺ es el más abundante, pero el Na⁺ llega a tener valores importantes en los horizontes profundos, que pueden considerarse como horizontes «nátricos».

Estos suelos son moderadamente ricos en materia orgánica en superficie y pobres en profundidad; la razón C/N es siempre inferior a 13, a lo que contribuye, de manera fundamental, la vegetación herbácea de leguminosas y gramíneas pratenses. También debe influir en la calidad húmica, de manera favorable, la existencia de contrastes climáticos (Du-

TABLA II

Análisis del complejo de cambio

Perfil	Horizontes	Hu- medad %	Sales solubles meq/100 g							Cationes cambio meq/100 g				Scal. meq/100 g	Sdet. meq/100 g	Df.	Ca ²⁺ corregido meq/100 g	T meq/100 g	V %	Na ⁺ / T %	
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	CO ₃ H ⁻	CO ₃ ²⁻	SO ₄ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺								K ⁺
XXIII El Salobral	Ae	0,5	1,1	0,1	0,5	0,1	0,2	0,2	—	—	2,8	0,4	0,4	0,7	4,3	6,5	2,2	5,0	8,2	79,3	4,9
	B ₂₁ g	0,9	0,7	0,2	1,7	0,4	1,1	0,8	—	—	9,6	0,5	1,0	1,9	13,0	14,0	1,0	10,6	16,3	85,9	6,1
	B ₂₂ g	2,2	1,6	0,1	8,4	0,6	5,0	2,1	—	—	12,8	0,7	3,4	1,7	18,6	19,0	0,4	13,2	18,6	100	18,2
	B ₂₃ g	2,3	4,1	0,1	11,4	0,7	7,8	2,2	—	—	14,6	0,7	3,7	1,3	20,3	21,0	0,7	15,3	20,3	100	18,2
	Ca	1,1	5,6	0,1	6,3	0,2	3,6	2,4	—	—	13,6	2,5	3,4	0,7	20,2	20,2	0,0	13,6	21,6	93,5	15,7
XXIV Fontiveros	A	4,8	1,5	0,2	0,3	0,1	0,3	1,2	—	—	25,1	0,5	1,1	2,1	28,8	35,5	6,7	31,8	32,4	100	3,4
	Aeg	3,3	1,3	0,1	0,4	0,1	0,2	0,4	—	—	25,6	2,1	2,2	1,1	31,0	35,0	4,0	29,6	33,9	100	6,5
	Bg	6,0	2,1	0,3	1,0	0,1	1,5	1,0	—	—	30,8	2,6	1,7	2,7	37,8	40,0	2,2	33,0	38,0	100	4,5
	B/Ca	4,8	4,2	0,9	2,1	0,2	2,4	0,6	—	—	32,5	2,9	3,1	3,5	42,0	42,0	0,0	32,5	42,1	99,8	7,4
	Ca	2,5	1,6	0,4	0,8	0,1	1,8	0,6	—	—	13,9	1,4	2,9	1,5	19,7	21,0	1,3	15,2	20,9	100	12,9
XXV Medina	A	0,8	1,4	0,1	0,5	0,1	0,4	0,5	—	—	2,1	0,4	0,5	0,1	3,1	4,0	0,9	3,0	4,5	88,9	11,1
	B ₂₁	0,8	1,1	0,1	1,7	0,1	0,4	1,3	—	—	5,6	0,1	1,0	0,3	7,0	9,0	2,0	7,6	8,5	100	11,8
	B ₂₂ g	2,4	1,6	0,1	1,8	0,1	0,3	2,7	0,2	—	15,0	0,2	6,5	0,1	21,8	22,0	0,2	15,2	21,8	100	29,8
	B/Ca	0,4	1,1	0,0	3,1	0,1	0,3	3,1	0,4	—	11,3	0,2	3,3	0,3	15,1	16,0	0,9	12,2	15,1	100	21,8
XXVI Pajares L.	A	0,4	0,8	0,0	0,5	0,1	0,1	0,2	—	—	2,2	0,6	1,0	0,0	3,8	4,0	0,2	2,4	6,8	58,9	14,7
	B ₁₁	0,6	1,0	0,1	1,4	0,1	0,4	1,0	—	—	6,1,7	0,5	1,8	0,2	4,2	6,0	1,8	3,5	6,6	90,9	27,3
	B ₁₂	0,9	0,8	0,1	1,8	0,1	1,2	2,0	t.	—	5,3,0	1,8	2,0	0,1	6,9	8,0	1,1	4,1	7,8	100	25,7
	B ₁₃	1,2	0,8	0,1	6,3	0,1	1,7	3,2	0,3	—	6,3,7	2,8	6,2	0,3	13,0	13,0	0,0	3,7	13,0	100	47,6
	B ₂₁	3,2	1,3	0,7	10,3	0,1	2,9	6,1	0,6	—	t. 10,4	3,5	8,3	0,8	23,0	24,0	1,0	11,4	23,0	100	36,0

chaufour, 1970). Los porcentajes de materia orgánica extraída en los horizontes superficiales muestran poca variación (31 a 40 por 100), pudiéndose considerar como altos. En los horizontes subsuperficiales existe mayor variabilidad, ya que los fenómenos aquí son mucho más complejos: de una parte la concentración de sales y la presencia de Ca²⁺ tiende a mantener el complejo coloidal estable y floculado; por otra, la existencia de Na⁺, libre o de cambio, tiende a contrarrestar dicha acción. Los ácidos fúlvicos muestran poca movilidad; por una parte la presencia de Ca, la riqueza en arcilla y el clima tienden a fijar estas fracciones de manera inmediata; por otra, el lavado vertical de estas fracciones se encuentra restringido por las peculiaridades propias al hidromorfismo

de estos suelos. Los ácidos húmicos, paralelamente al nivel de extracción, varían bruscamente en función del estado del complejo de cambio y la presencia de carbonatos en los horizontes. En este primer grupo, muestran amplia variación, existiendo una tendencia a disminuir su proporción al descender en el perfil y predominando las formas ligadas a las libres. En cuanto a la humina extraíble, muestra una moderada variación (5 a 12,5 por 100), siendo su proporción media del 7,8 por 100.

En el proceso de evolución de estos suelos tienen especial importancia los contrastes climáticos, como ya se ha señalado en el caso de la materia orgánica, la topografía y las sales sódicas. Durante la primavera se producen encharcamientos locales que en el posterior desecamiento

TABLA III

Fracionamiento de la materia orgánica

	Perfil XVII		Perfil XXII		Perfil XXIII		Perfil XIV			P. XV		P. XVI	
	A	B ₂₁	A	B _{11g}	B _{12aa} g	A _z	B _{21g}	A	A _z g	Bg	B/Ca	A	A
M.O. %	5,07	1,17	8,72	1,55	1,43	3,98	2,29	8,10	1,53	3,22	1,08	1,43	2,96
Et:B	5,5	21,3	2,6	7,6	9,0	3,8	5,7	2,5	5,3	4,0	4,9	6,9	6,7
A:Hlb	4,8	2,6	1,5	1,2	12,0	9,5	3,8	2,9	7,6	6,0	4,9	2,4	3,1
A:Hlg	5,2	3,7	1,7	4,8	13,5	9,9	5,7	2,5	4,2	4,4	4,9	3,7	4,0
A:Ht	10,0	6,3	3,2	6,0	25,5	19,4	9,5	5,4	11,8	10,4	9,8	6,1	7,1
A:F	7,1	13,3	5,1	8,8	9,8	8,9	11,7	7,3	11,0	8,3	8,6	13,9	8,7
AF/AH	0,7	2,1	1,6	1,5	0,4	0,5	1,2	1,4	0,9	0,8	0,9	2,3	1,2
AF + AH	17,1	19,6	8,3	14,8	35,3	28,3	21,2	12,7	22,8	18,7	18,4	20,0	15,8
Hna, E.	8,4	5,0	2,3	5,2	0,0	5,6	5,6	6,2	10,8	5,9	6,7	12,5	9,4
N. E.	31,0	45,9	13,2	27,6	44,3	37,7	32,5	21,4	38,9	28,6	30,0	39,4	31,9
Hlg/Hlb	1,1	1,4	1,2	3,1	1,1	1,0	1,5	0,9	0,6	0,7	1,0	1,5	1,3

dejan un residuo de sales; éstas se conservan en superficie hasta el período de las lluvias otoñales; en Otoño e Invierno las sales se disuelven y son lavadas hasta los horizontes profundos, afectando este movimiento de sales al complejo de cambio y a las fracciones coloidales que se dispersan y emigran, lo que contribuye a la diferenciación del perfil.

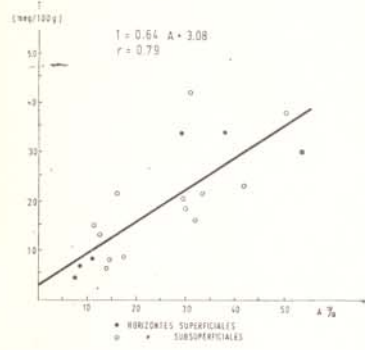


Gráfico 1.—Relación entre contenido en arcilla y capacidad de cambio de suelos salinos

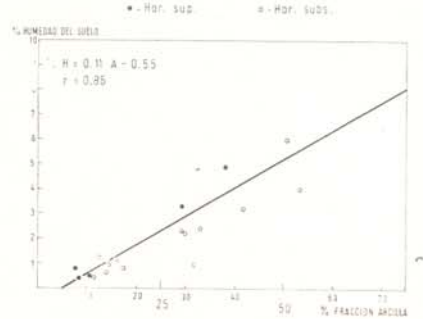


Gráfico 2.—Relación entre humedad y contenido de arcilla

Se clasifican como solonetz en la bibliografía (Szalboles, 1971), aquellos suelos que con perfil semejante, están sometidos a un proceso de evolución análogo a los incluidos en este primer grupo. El perfil XXIII presenta ligeras muestras de solodización (acidéz superficial, dispersión del humus, etc.), pero las condiciones ambientales no favorecen ese proceso.

Las sales sódicas proceden de la descomposición de feldespatos calcoalcalinos, mientras que al carbonato cálcico puede atribuirse un triple origen: feldespatos, aportes eólicos y disolución de carbonatos de los suelos próximos; esta última aportación debe ser la más importante.

Los suelos del segundo grupo se han formado a partir de margas arcillosas (perfil XXII) y calizas (perfil XXIV); se encuentran rodeados de suelos pardos calizos, pardo-amarillentos y pardo-oscuros, respectivamente. La textura es arcillosa, pero el desarrollo estructural y diferenciación del perfil son menos acusadas que en los suelos anteriores, posiblemente debido a la presencia de carbonato cálcico en todos los horizontes y al menor contenido en sales sódicas (salvo el horizonte B₁₂ del perfil de Palacio de Campos). El pH está comprendido entre 7 y 8,0 en todos los horizontes, lo que indica una mayor incidencia del catión Ca²⁺ que del Na⁺, incluso en el complejo de cambio.

Destacan los elevados valores de materia orgánica, alrededor del 8 por 100 en los horizontes A, superiores a los que en la bibliografía figu-

ran para los suelos salinos: ello es consecuencia de la densa y continua cubierta vegetal, más de suelos calizos que de salinos; la razón C/N es asimismo baja. El nivel de extracción de los horizontes superficiales muestra amplia variación (21 a 39 por 100), dependiendo del carácter de éstos (en el perfil de Fontiveros aparece el máximo porcentaje en el horizonte Aeg a causa de los fenómenos de reducción). En los horizontes subsuperficiales, al igual que en los suelos del primer grupo, la variación es también extensa. Aunque los ácidos fúlvicos tienen un comportamiento semejante a los de los suelos del anterior grupo, los húmicos presentan características especiales. Así, en el perfil de Palacio de Campos sucede una liberación de estas fracciones en el horizonte salino (B₁₂sa), mientras que en el de Fontiveros es el único que presenta una relación AHlg./AHlb. menor que la unidad, sin duda por los fenómenos de gleyzación. La humina extraíble también presenta un comportamiento particular análogo y oscila desde cero (B₁₂sa del perfil XXII) hasta 11 por 100 (Aeg, perfil XXIV).

Aunque las condiciones ambientales son análogas a las indicadas para los suelos del primer grupo, el proceso evolutivo es menos intenso, ya que la acción del catión Na⁺ se ve dificultada por la abundancia del Ca²⁺ en los horizontes superiores; no obstante, en el perfil XXIV se aprecia emigración de humus y arcilla, lo que parece indicar que se producen cambios estacionales en el complejo de cambio.

La clasificación resulta, por tanto, difícil; nos pronunciamos por considerarlos intergrados entre suelos pardos calizos y solonchak cálcico; el perfil XXIV presenta signos de solonización.

Las sales sódicas deben proceder de la descomposición de feldespatos en el perfil XXIV y, posiblemente, de margas ricas en sales en el perfil XXII. El carbonato cálcico proviene del material original en ambos perfiles.

Agradecimiento

Los autores agradecen a los Dres. doña L. Prat los datos analíticos reseñados en la tabla I y D. J. Forteza la descripción y toma de muestras de los perfiles XVII y XXII.

RESUMEN

En el presente trabajo se estudian las características morfológicas, propiedades químicas, complejo de cambio y materia orgánica de seis perfiles de suelos situados en la depresión del río Duero y afectados por salinidad.

Se concluye que dichos suelos pertenecen a dos grupos bien diferenciados: solonchaks (más o menos evolucionados, desarrollados a partir de calizas y margas arcillosas) y solonetz (sobre sedimentos provenientes de areniscas y granitos).

BIBLIOGRAFÍA

- BOWER, C. A., REITEMEIER, E. R. F., FIREMAN, M. (1952). Exchangeable cation analysis of saline and alkali soils. *Soil Sci.*, **73**, 251.
- C. S. I. C. (1968). Mapa de suelos de España, escala 1:1.000.000. Madrid.
- DUCHAUFOUR, PH. (1970). Précis de Pédologie. 3ème. edn. Masson et Cie., Paris.
- GALLARDO, J. F., BACAS, F. (1973). Estudio de la materia orgánica de un ranker pardo. *An. Edaf. Agrobiol.* (En prensa.)
- METSON, A. J. (1956). Methods of chemical analysis for Soil Survey Samples. Soil Bureau New Zeland, Wellington.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. (1968). Mapas provinciales de suelos: Valladolid. Mapa Agronómico Nacional. Madrid.
- I. O. A. T. O. (1964). Los suelos de la provincia de Salamanca; (1966) Los suelos de la provincia de Avila. Publicaciones del I. O. A. T. O., Salamanca.
- SZABOLCS, I., editor (1971). European solonetz soils and their reclamations. Akadémiai Kiadó, Budapest.

Recibido para publicación: 21-V-73