

CARACTERISTICAS DEL SUELO Y VEGETACION DE UN AREA SALINA LIMITROFE DE LA MARISMA DEL GUADALQUIVIR (ISLA MENOR)

por

M. CHAVES SANCHEZ y J. M. MURILLO CARPIO

SUMMARY

TWO AREAS AT THE BORDER OF THE MARSH OF GUADALQUIVIR RIVER HAVE BEEN STUDIED

The soils are *Vertic* (?) *Aquic Xerofluvents* (area no. 1) and *Aquic Vertic Xerofluvents* (area no. 2).

If the texture is uniform, the *potential saline profile* is a very good approximation of both *saline* and *agronomic* profiles.

Area no. 2 is populated by glycohytes because of the decrease of surface salinity after rainy periods, since its bulk salinity is higher than the corresponding to area no. 1, which is populated by halophytes. Salinity in both areas is of *chloride* type, although it should be mentioned the presence of *magnesium* besides sodium ions. This circumstance seems to affect the vegetation.

INTRODUCCIÓN

Es frecuente observar que los suelos salinos donde el hombre ha intervenido repetidamente, procurando generalmente su rehabilitación, suelen presentar problemas de definición y cartografía (1).

Esta circunstancia puede tener importantes repercusiones agronómicas si no se logra definir adecuadamente el estado evolutivo del perfil salino (7).

Por esta razón se ha creído conveniente revisar las principales características salinas de diversas zonas de la Marisma del Guadalquivir, recuperadas o no, dedicando especial atención al estudio de su perfil salino y tipo de salinidad. Este segundo punto es especialmente interesante, a pesar de que muy pocos sistemas de clasificación agronómica de suelos salinos consideran, además del grado global de salinidad, la naturaleza de las sales (8).

El presente trabajo comprende los resultados obtenidos en el estudio de una zona limítrofe de nuestra Marisma, en la que se han determinado sus principales características salinas, analizando al mismo tiempo las variaciones introducidas en la definición del perfil salino por las dos

técnicas de extracción de sales más usuales: relación suelo-agua constante = 1/5 en nuestro caso —y relación suelo-agua variable = extracto de saturación—.

Por otra parte, dadas las grandes posibilidades pascícolas de la Marisma del Guadalquivir (4), se ha efectuado un detenido examen de la vegetación de esta zona, aunque el presente trabajo sólo hace referencia a algunos de los resultados obtenidos.

Posteriores publicaciones expondrán los datos concernientes a otras áreas salinas de la Marisma del Guadalquivir, cuyo conjunto puede proporcionar una idea bastante concreta de su actual estado evolutivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área salina estudiada está situada en la Isla Menor, término de Los Palacios (Sevilla).

Se trata de una zona seca subhúmeda (9), como la Marisma en general, destacando una etapa extraordinariamente calurosa que comienza en el mes de abril, o mayo en el mejor de los casos, y ocasiona considerables pérdidas de agua en el balance hídrico de los suelos (11).

Se aprecia en este área una ligera pendiente del terreno ($< 2\%$), pudiéndose definir la parte más baja, zona número 1, como una banda de aproximadamente 70 m. de anchura, poblada, casi exclusivamente, por especies halófitas típicas (fot. 1).

La parte más elevada, zona número 2, no posee especies halófitas y presenta, tras las lluvias invernales y otoñales, un abundante tapiz vegetal con posibilidades de pastoreo.

En ambas zonas se tomó un perfil de suelo —número 1 y 2, respectivamente— descrito según las normas de la FAO (3), y definido según la clasificación de suelos de los Estados Unidos (10). Cabe resaltar la existencia de un canal de drenaje secundario distante, aproximadamente 300 m. del perfil número 2 y 500 m. del perfil número 1.

La toma, transporte, preparación y análisis de las muestras de suelo se efectuó según las normas del Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos (6). Para el análisis de las muestras vegetales se han seguido las normas del Comité Interinstitutos para el Análisis Foliar (5).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción de los perfiles

Hor.	Prof. cm.	Descripción
<i>Zona 1</i>		
A	0-15	Color pardo gris oscuro (10 YR 4/2); arcilloso; migajoso fino-moderadamente desarrollado, con tendencia a laminar; de firme a friable, plástico y adhesivo; poros finos abundantes continuos; raíces comunes, finas y muy finas, discontinuas; moderada actividad biológica; algunas eflorescencias salinas al secarse; límite gradual y plano.

Hor.	Prof. cm.	Descripción
Csa	15-40	Igual color; igual textura; poliédrico subangular grueso ligeramente desarrollado con tendencia a laminar; firme, plástico y adhesivo; poros muy finos aislados y compacto; raíces finas y medianas aisladas; abundantes eflorescencias salinas en seco; límite gradual.
IIcG	40 55	Color abigarrado, manchas gris oliva (5 Y 5/2) y pardo-rojizas aisladas (5 YR 4/3); franco-arcillo-arenoso; masivo con tendencia a poliédrico grueso ligeramente desarrollado, con cortes lustrosos en las caras de los agregados; firme, plástico y adhesivo; límite brusco y liso.
IIIcG	55-60	Color abigarrado difuso, color matriz pardo grisáceo (2,5 Y 5/2) con manchas difusas verde grisáceas y ocre; arenoso; migajoso fino moderadamente desarrollado (suelto en seco); húmedo; abundantes poros finos; espesor variable de 10 a 20 cm.
IVcG	60-65	Color matriz pardo muy oscuro (10 YR 2/2); arcilloso a arcillo-arenoso; poliédrico subangular fino ligeramente desarrollado; de friable a firme; abundantes poros finos y muy finos; raíces muy finas aisladas y frecuentes cavidades de raíces finas; manchas ocre pequeñas y vetas arenosas de penetración vertical del horizonte anterior; límite brusco e irregular.
VB _{11E}	65-80	Color abigarrado. Color matriz gris ligeramente oliva (5 Y 6/2) con manchas amarillo-rojizas (5 YR 4/8) y blanquecinas; franco-arcillo-arenoso con grava fina frecuente; migajoso fino medio ligeramente desarrollado; friable (muy húmedo); poros finos y medianos abundantes; límite neto y plano.
VB _{12E}	80-100	Color abigarrado difuso, color matriz pardo grisáceo (2,5 Y 5/2); franco-arcillo-arenoso; migajoso fino ligeramente desarrollado; friable (muy húmedo a mojado); poros finos continuos; se aprecian ligeras penetraciones de este horizonte sobre el siguiente.
VB _{13E}	100-120	Color abigarrado difuso, color matriz igual que el anterior con predominio de manchas ocre de hierro; igual textura y estructura que el anterior, con abundante grava fina; muy húmedo a mojado.
VB _{2E}	120-145	Color abigarrado difuso; arcilloso o arcillo-arenoso con grava fina frecuente; poliédrico grueso; firme, duro y plástico, casi compacto.
VC	145	Trozos de areniscas terciarias, duras, blanco amarillentas cementadas por el horizonte anterior.

Zona 2

A ₁₁	0-10	Color pardo oscuro (10 YR 4/2); arcilloso a arcillo-limoso; migajoso poliédrico subangular fino moderadamente desarrollado; duro, friable a firme, plástico y adhesivo; abundantes poros finos y microporos continuos; abundantes raíces finas; buena actividad biológica; escasas eflorescencias blancas de yeso en seco; límite neto y plano.
A ₁₂	10-25	Idéntico color y textura; poliédrico subangular mediano, moderadamente desarrollado; duro, friable a firme, plástico y adhesivo; abundantes poros muy finos continuos, poros medianos a gruesos discontinuos; frecuentes raíces muy finas a finas con ligero hidromorfismo a su alrededor; límite gradual y plano.
A _{3E}	25-52	Color abigarrado difuso, color matriz pardo (10 YR 4/3); igual textura; masivo, migajoso a poliédrico subangular ligeramente desarrollado, con vetas verticales de color pardo pálido (10 YR 6/3) friable a firme, duro, plástico y adhesivo; cortes algo lustrosos y pocas raíces finas; límite gradual y plano.

Hor.	Prof. cm.	Descripción
G ₁	52-70	Color abigarrado difuso, color grisáceo pardo (10 YR 5/2); arcilloso; masivo, poliédrico grueso moderadamente desarrollado; firme, duro, plástico y adhesivo; cortes lustrosos bien marcados; poros muy escasos; límite neto y plano.
G ₂₁	70-110	Color pardo amarillento o pardo (10 YR 5/3-5/4) con frecuentes manchas oscuras; arcilloso a arcillo-limoso; firme, duro, plástico y adhesivo; horizonte húmedo; límite neto y plano.
G ₂₂	110-150	Color grisáceo claro (10 YR 6/1), abigarrado, con vetas o manchas amarillo-rojizas (5 YR 4/8); igual textura; prismático a laminar grueso moderadamente desarrollado, masivo; duro, muy firme, muy plástico, muy adhesivo; muy húmedo, prácticamente mojado.

El perfil número 1 corresponde a un *Vertic* (?) *Aquic Xerofluvent*, habiéndose desarrollado este suelo, probablemente, sobre un antiguo suelo de terraza, *Aquic Haploxeralf*. El perfil número 2 es un *Aquic Vertic Xerofluvent*, según las características que presentaba. Las tablas números 1 y 2 recogen algunas de las propiedades de ambos perfiles. En el presente trabajo, sin embargo, no se efectuará un comentario detallado sobre la taxonomía de estos suelos, pues ello será motivo de una publicación posterior que comprenderá todos los perfiles estudiados.

En primer lugar se procedió al estudio de la distribución de sales de ambos perfiles, esto es, al establecimiento del perfil salino de las dos zonas consideradas, para lo cual se siguieron las indicaciones efectuadas por Servant (7).

Observando los perfiles agronómico y químico correspondientes a la zona número 1 (fig. 1), se puede comprobar la notable influencia que ejercen las características texturales del substrato sobre el valor de la conductividad eléctrica, parámetro utilizado en el estudio de la distribución de sales del perfil.

TABLA 1

Datos correspondientes al perfil núm. 1 (M. O. = Materia Orgánica). Marzo 1971

Profundidad cm.	M. O. %	CO ₃ Ca %	pH pasta	Arena gruesa %	Arena fina %	Limo %	Arcilla %
0 - 15	1,5	9,9	7,7	3,5	6,1	19,4	70,2
15 - 40	1,2	9,7	7,6	1,7	5,2	23,5	69,1
40 - 55	0,9	3,8	7,6	18,4	46,1	6,1	29,1
56 - 60	0,8	2,0	7,9	17,1	70,0	4,6	8,5
60 - 65	0,9	6,2	7,7	6,9	33,8	11,5	47,5
65 - 80	1,1	3,0	7,8	28,3	41,2	1,7	29,5
80 - 100	0,9	1,0	7,8	30,5	45,0	3,2	20,5
100 - 120	1,0	0,3	7,7	37,3	37,0	4,0	21,5
120 - 145	—	0,1	7,7	21,1	22,8	2,0	54,2

TABLA II

Datos correspondientes al perfil núm. 2 (M. O. = Materia Orgánica). Marzo 1971

Profundidad cm.	M. O. %	CO ₃ Ca %	pH pasta	Arena gruesa %	Arena fina %	Limo %	Arcilla %
0 — 10	2,5	12,9	7,6	0,3	2,6	33,3	60,8
10 — 25	1,2	15,0	7,6	0,8	2,3	33,2	64,2
25 — 52	—	11,8	7,6	0,8	1,5	32,3	65,8
52 — 70	—	11,4	7,5	0,3	0,9	23,8	73,4
70 — 110	1,3	16,7	7,4	0,1	1,5	34,6	63,5
110 — 150	1,7	18,1	7,5	0,1	0,7	32,5	66,6
150 —	—	22,2	—	0,1	1,0	35,0	62,5

El perfil agronómico delata la naturaleza fuertemente salina de este área, pues una vez superado el aporte aluvial aún aparecen concentraciones de sales muy elevadas. Al menos hasta 120 cm. de profundidad la vegetación debe soportar condiciones de excesiva salinidad en forma bastante uniforme, pues según la clasificación de Servant (7) —basada en el valor de la conductividad eléctrica y suma de aniones (meq./l), del extracto de saturación—, durante el periodo de lluvias todo el perfil, prácticamente, posee un grado de salinidad del orden seis, definido como *excesivamente salino*, dentro de un margen de conductividad de sólo 5 mmhos/cm.

El perfil salino químico, sin embargo, da un carácter fundamentalmente *ascendente* a la zona número 1, al producirse la máxima concentración de sales en los horizontes superiores, contrastando con la relativa reducida salinidad de algunos horizontes más profundos.

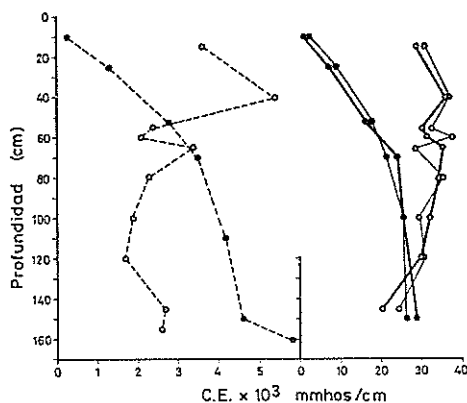


Fig. 1.—Perfiles salino potencial (---), agronómico (—) y salino potencial corregido (—) correspondientes a la zona núm. 1 (○) y núm. 2 (●). Marzo 1971.

Estas divergencias radican fundamentalmente en la diversidad textural de este perfil (tabla 1), y la consecuente variabilidad en capacidad de retención de agua existente entre sus horizontes, lo cual, lógicamente, hace que los valores de conductividad eléctrica obtenidos a partir del extracto de saturación y del extracto suelo-agua = $1/5$, no sean comparables.

Puede observarse que una vez superado el estrato aluvial aparecen ciertas divergencias entre los perfiles agronómico y salino potencial corregido, debidas en gran parte, posiblemente, a la notable heterogeneidad textural de esta zona (fig. 1).

El área salina número 2, por el contrario, posee mayor uniformidad textural que la número 1 (tabla 2), debido a que en ella el aporte aluvial es mucho más profundo. Es fácil comprobar que tanto el perfil agronómico como el perfil salino potencial presentan de forma muy similar la distribución de sales en profundidad, así como el perfil salino potencial corregido, síntesis muy adecuada de las características salinas de la zona.

Teniendo en cuenta que, debido a su origen, los suelos de nuestra Marisma suelen ser de textura bastante uniforme, parece lógico pensar que el perfil salino potencial corregido —elaborado a partir de las conductividades eléctricas de los extractos acuosos suelo-agua = $1/5$ y los porcentajes de saturación de las muestras correspondientes—, puede constituir una aproximación muy adecuada del perfil agronómico. Esta circunstancia es muy ventajosa cuando únicamente se pretenda conseguir una primera información de las características salinas de una zona determinada, se disponga de un elevado número de muestras o la escasez de las mismas no permita la obtención del extracto de saturación.

Lógicamente, los porcentajes de saturación de las muestras de suelo deben oscilar dentro de unos límites para que el perfil salino potencial corregido sea comparable al perfil agronómico. En el caso del perfil número 2, el valor medio de los porcentajes de saturación de las muestras de suelo fue $78,05 \pm 2,87$, con un máximo de 86,09 (110-150 cm.) y un mínimo de 66,90 (0-10 cm.).

Por otra parte, dada la notable uniformidad textural de este perfil, es lógico que exista una estrecha correlación entre las conductividades eléctricas de los dos extractos acuosos utilizados. El coeficiente de correlación obtenido, 0,99, posee efectivamente un elevado nivel de significación, siendo la ecuación de regresión:

$$y = 6,44 x - 0,59$$

Por el contrario, en el caso del perfil número 1, dada su notable diversidad textural, el coeficiente de correlación obtenido, 0,32, no es significativo (fig. 2).

Cuando se disponga de un mayor número de perfiles, posiblemente se pueda establecer una relación entre las conductividades eléctricas de los extractos suelo-agua = $1/5$ y de saturación, de igual forma que Chaves y Romero (2), lo hicieron con el extracto suelo-agua = $1/5$ y la pasta saturada de suelo para nuestros suelos salinos.

Otro factor importante a tener en cuenta en el estudio de cualquier

Área salina radica en lo naturaleza y grado de salinidad. Las tablas números 3 y 4 presentan el contenido en sales solubles de ambos perfiles.

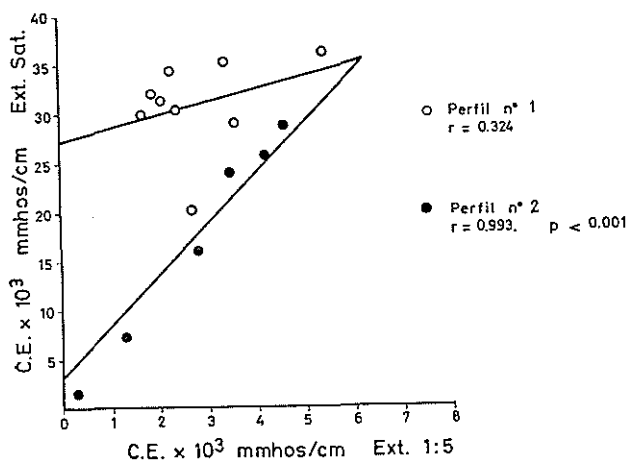


Fig. 2.—Correlación entre las conductividades eléctricas de los extractos suelo-agua 1/5 y de saturación correspondientes a los perfiles núm. 1 y núm. 2. Marzo 1971.

Considerada en su conjunto, la salinidad media global de ambos perfiles, corregida según el grosor de cada horizonte, arroja un valor de 0,95 por 100 en el perfil número 1 y 1,28 por 100 en el perfil número 2.

Es indudable que la vegetación no responde a estos niveles medios de salinidad, pues la zona número 1, de vegetación eminentemente ha-

TABLA 3

Datos correspondientes al perfil núm. 1. Sales solubles obtenidas a partir del extracto de saturación, expresadas en meq./100 g. suelo. En ninguna muestra había carbonatos. Marzo 1971.

Profund. cm.	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	CO ₃ H ⁻	Na+	K+	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Salinidad global g/100g suelo
0-15	17,39	4,74	0,44	14,30	0,13	2,49	6,03	1,31
15-40	26,33	5,92	0,34	19,61	0,16	3,86	8,09	1,82
40-55	10,59	2,14	0,16	7,93	0,09	1,35	3,20	0,74
55-60	8,04	1,38	0,18	6,27	0,07	1,22	2,22	0,56
60-65	19,31	1,55	0,30	14,51	0,18	1,79	4,29	1,21
65-80	10,46	1,63	0,16	8,61	0,18	1,52	2,61	0,73
80-100	8,16	3,77	0,16	7,30	0,14	1,29	2,26	0,71
100-120	7,97	0,88	0,15	5,42	0,08	0,97	1,57	0,50
120-145	10,68	1,59	0,24	6,86	0,09	1,29	3,21	0,70

TABLA 4

Datos correspondientes al perfil núm. 2. Sales solubles obtenidas a partir del extracto de saturación, expresadas en meq./100 g. suelo. En ninguna muestra había carbonatos. Marzo 1971.

Profund. cm.	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	CO ₃ H ⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Salinidad global g/100g suelo
0-10	0.80	0,62	0.35	0.69	0.01	0,81	0.37	0,12
10-25	5.45	1,21	0.30	5.02	0.06	0,79	0.94	0,41
25-52	12.41	2,33	0.27	9.73	0.10	1,62	2.07	0,85
52-70	18,97	4,54	0,27	17,45	0,21	2,12	2,20	1,39
70-110	19,14	5,43	0,36	17,64	0,25	2,30	4,62	1,48
110-150	24,97	7,81	0,46	20,15	0,28	3,44	6,89	1,92

lófita, alcanza un nivel medio inferior al de la zona número 2, de vegetación esencialmente glicófito, según puede apreciarse en los inventarios correspondientes (tabla 5).

Sin embargo, considerando solamente los primeros horizontes de cada perfil, se obtiene un valor de 1,63 por 100, salinidad media corregida, para el perfil número 1 (40 primeros centímetros aproximadamente) y 0,58 por 100 para el perfil número 2, valores en consonancia con las diferencias que presenta la vegetación de ambas zonas.

Esta circunstancia es claramente reflejada por la naturaleza netamente *descendente* del perfil agronómico, salino y salino potencial corregido de la zona número 2, frente al carácter *ascendente* que presenta la zona número 1.

En la zona número 2, el proceso natural de salinización es alterado por un mecanismo de desalinización superficial cuyo origen debe buscarse en el descenso del nivel freático ocasionado por el drenaje parcial realizado —circunstancia que no parece afectar en absoluto a la zona número 1— y en el lavado superficial de sales efectuado por el agua de lluvia, que, en este caso particular, convierte los dos primeros horizontes del substrato en *no salino y medianamente salino* respectivamente, tras un volumen de precipitaciones de sólo 300 mm. durante un período de cinco meses.

Ello parece indicar que amplias zonas de Marisma parcialmente recuperadas podrían mejorar notablemente sus condiciones pascícolas con módicos aportes adicionales de agua, teniendo en cuenta, además, que la notable reserva cálcica que suelen poseer estos suelos (tabla 2), junto al incremento en materia orgánica que implicaría una mayor carga pecuaria, limitarían considerablemente la aplicación de correctivos químicos.

Es necesario indicar que el perfil salino de las dos zonas ha sido definido durante el período de lluvias con el fin de poder observar las diferencias de salinidad superficial existente entre ambas áreas, factor

TABLA 5

Especies vegetales de las zonas 1 y 2: +: presencia; +r: presencia esporádica.

	Zona			Zona	
	1	2		1	2
Rumex conglomeratus Murray ...	—	+r	Centaureum tenuiflorum (Hoff-		
Polygonum aviculare L.	—	+r	Centaureum erythraea Rafn.	—	+r
Beta vulgaris L., subsp. maritima			Centaureum tenuiflorum (Hoff-		
(L.) Arcangeli	+	+	mans. et Link) Fritsch.	—	+
Salsola soda L.	+	—	Cressa cretica L.	+	+
Suaeda splendens (Pourret) Gren.			Teucrium pseudochamaepitys L.	—	+r
& Godron	+	—	Stachys ocymastrum (L.) Briq. ...	—	+r
Arthrocnemum perenne (Miller)			Plantago coronopus L.	+r	+
Moss.	+	—	Plantago coronopus L., var. ma-		
Polycarpon tetraphyllum (L.) L.	—	+r	ritima Gren. & Godron	+	+r
Spergularia media (L.) C. Presl.	+	—	Plantago lagopus L.	—	+
Spergularia salina J. & C. Presl.	+	—	Anthemis mixta L.	+	+
Ranunculus trilobus Desf.	—	+	Cotula coronopifolia L.	+	—
Ranunculus baudotii Godron	+	—	Pulicaria arabica Cass	+r	+
Coronopus squamatus (Forsk.)			Thrinacia hispida Roth	+r	+
Ascherson	+	+	Damasonium bourgaei Cosson ...	+r	+r
Melilotus indica (L.) All.	+	+	Eleocharis palustris L.	+r	+r
Melilotus sulcata Desf.	+r	+r	Scirpus maritimus L. var. com-		
Melilotus segetalis (Brot.) Ser. ...	+	+	pactus (Hoffmanns.) Meyer ...	+	+r
Melilotus messanensis (L.) All. ...	+r	+r	Juncus bufonius L.	+	+
Medicago ciliaris (L.) All.	+r	+r	Juncus multiflorus Desf.	+r	—
Medicago polymorpha L.	+r	+	Lolium perenne L.	+r	+
Trifolium repens L. subsp. re-			Lolium multiflorum Lam.	+	+
pens L.	—	+r	Lolium rigidum Gaudin	+	+
Trifolium resupinatum L.	+r	+	Sphenopus gouani Trin.	+	—
Trifolium squamosum L.	+	+r	Aeluropus littoralis Parl.	+	+
Erodium cicutarium (L.) L'Hér.			Hordeum maritimum With.	+	+
subsp. cicutarium	—	+	Monerma cylindrica (Willd.) Cos-		
Euphorbia exigua L.	—	+r	son	+	+
Frankenia laevis L.	+	+	Parapholis incurva (L.) Hubbard.	+	—
Lythrum acutangulum Lag.	—	+	Polypogon maritimus Willd.	+	+
Lythrum tribracteatum Salzm. ex			Polypogon monspeliensis (L.)		
Sprengel subsp. baeticum (Gon-			Desf.	+r	—
zález-Abo) Borja	+r	—	Phalaris brachystachis Link.	—	+
Eryngium corniculatum Lam. ...	+r	—	Crypsis aculeata (L.) Aiton	+	—

que, en nuestra opinión, condiciona la presencia de muchas especies vegetales en una zona salina determinada. Posteriores publicaciones presentarán el perfil salino correspondiente a la estación seca de éstas y otras zonas de Marisma, época en que suele ser definido.

Para definir el tipo de salinidad se ha seguido el esquema propuesto por Strogonov (8). Las tablas números 6 y 7 recogen los resultados obtenidos.

TABLA VI

Datos correspondientes al perfil núm. 1. Marzo 1971

Profundidad Cm.	Tipo de salinidad según los datos obtenidos a partir del Extr. Sat.
0 — 15	Sulfato — Cloruro
15 — 40	Cloruro
40 — 55	Cloruro
55 — 60	Cloruro
60 — 65	Cloruro
65 — 80	Cloruro
80 — 100	Sulfato — Cloruro
100 — 120	Cloruro
120 — 145	Cloruro

TABLA VII

Datos correspondientes al perfil núm. 2. Marzo 1971

Profundidad Cm.	Tipo de salinidad según los datos obtenidos a partir del Extr. Sat.
0 — 10	Bicarbonato — Sulf. — Cloruro
15 — 40	Cloruro
25 — 52	Cloruro
52 — 70	Cloruro
60 — 110	Sulfato — Cloruro
110 — 150	Sulfato — Cloruro

Salvo horizontes de naturaleza *sulfato-cloruro*, puede afirmarse que en ambas zonas predomina una salinidad de tipo *cloruro*. Cabe resaltar, sin embargo, la importancia que adquiere el ión bicarbonato en el horizonte superficial (0-10 cm.), del perfil número 2. No obstante, hay que tener en cuenta que a nivel de este horizonte se produce un considerable descenso en el contenido de iones cloruro y sulfato, pudiendo

incrementar así el porcentaje correspondiente al ión bicarbonato, cuyo nivel se mantiene prácticamente constante a lo largo de los primeros 100 cm. de perfil, elevándose luego moderadamente. Sin embargo, el denso tapiz vegetal de la zona número 2 y la existencia de una aceptable estructura superficial en el substrato, son factores que pueden favorecer una mayor solubilización de su importante reserva de carbonato cálcico, lo cual podría explicar también que el porcentaje de iones bicarbonato no sea excesivamente alterado superficialmente cuando se produce el lavado de sales efectuado por el agua de lluvia.



Fotografía núm. 1.—Zonas de estudio. En primer plano aparece la zona núm. 1 y al fondo la núm. 2. Junio 1971.

Hay que hacer notar, por otra parte, que el esquema propuesto por Strogonov (8), para definir el tipo de salinidad no incluye los cationes, considerando que el sodio predomina sobre cualquier otro catión en la generalidad de los suelos salinos.

Según el autor soviético, una salinidad de tipo magnesio-carbonato o magnesio-cloruro no es frecuente y requeriría, además, una definición especial.

Sin embargo, el porcentaje de magnesio soluble en los suelos estudiados es notablemente elevado, especialmente en la zona número 1, donde llega a superar el valor de 30 en algunos horizontes. Parece lógico admitir, ante estas circunstancias, la existencia de una salinidad tipo *magnésico-sódica* en ambas zonas, cuyos horizontes poseen frecuentemente porcentajes de magnesio soluble superiores a 20.

La vegetación, por otra parte, parece responder de forma bastante específica ante el carácter magnésico de estos suelos, pues si se observa la tabla número 8, puede comprobarse que las especies halófitas acumuladoras de sales, cuyo contenido de sodio es superior a 5 por 100,



Fotografía núm. 2.—Perfil núm. 1. Se aprecia claramente la existencia de un estrato aluvial (40-50 cm. de espesor) sobre un antiguo suelo de terraza. Junio 1971.



Fotografía núm. 3.—Perfil núm. 2. Aporte aluvial profundo. Marzo 1971.

presentan contenidos de magnesio superiores a los de calcio. Sin embargo, especies tolerantes a las sales con relativamente bajos contenidos de sodio —poseedoras de mecanismos muy especializados de absorción selectiva de potasio frente a sodio o de mecanismos de secreción salina—, presentan contenidos de calcio del mismo orden o superiores a los del magnesio cuando, como en el caso del sodio en relación con el potasio, el contenido de magnesio soluble de la solución del suelo es superior al de calcio.

T A B L A S

Contenido de sodio, potasio, calcio y magnesio de algunas especies vegetales de las zonas números 1 y 2. Los datos se expresan en porcentaje, primer valor, y meq./100 g., valor entre paréntesis, referidos en ambos casos a materia seca. Las muestras vegetales fueron recolectadas durante el mes de mayo de 1971 y 1972.

Zona	Especie	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
1	<i>Beta vulgaris</i> , subsp. <i>maritima</i> (L.) Arcangeli	2.90(126.00)	1.18(30.18)	1.49(74.50)	0.83(68.26)
2	<i>Beta vulgaris</i> , subsp. <i>maritima</i> (L.) Arcangeli	1.50(65.22)	1.60(40.92)	1.04(52.00)	0.45(37.01)
1	<i>Salsola soda</i> L.	6.00(260.87)	0.52(13.30)	1.09(54.50)	0.86(70.72)
1	<i>Arthrocnemum perenne</i> (Miller) Moss.	7.75(336.96)	1.06(27.11)	1.22(61.00)	1.01(83.06)
1	<i>Arthrocnemum perenne</i> (Miller) Moss.	10.00(434.78)	0.94(24.04)	1.44(72.00)	1.16(95.39)
1	<i>Spergularia salina</i> J. & C. Presl.	5.25(228.26)	1.04(26.20)	1.17(58.50)	0.91(74.84)
1	<i>Frankenia laevis</i> L.	0.57(24.78)	0.44(11.25)	0.91(45.50)	0.34(27.96)
2	<i>Frankenia laevis</i> L.	0.35(15.22)	0.52(13.30)	1.29(64.50)	0.37(30.43)
1	<i>Hordeum maritimum</i> With.	0.21(9.13)	0.66(16.88)	0.47(23.50)	0.12(9.87)
1	<i>Hordeum maritimum</i> With.	0.13(5.65)	0.80(20.46)	0.20(10.00)	0.11(9.05)
2	<i>Hordeum maritimum</i> With.	0.13(5.65)	0.80(20.46)	0.22(11.00)	0.11(9.05)
2	<i>Hordeum maritimum</i> With.	0.16(0.96)	1.06(27.11)	0.25(12.50)	0.11(9.05)

En nuestra opinión, puede resultar muy interesante el estudio detallado del comportamiento específico que presentan diversos grupos ecológicos de especies vegetales ante elevados niveles de magnesio del medio, pues, por su origen, nuestros suelos salinos, de indudables posibilidades en el campo de la práticamente, presentan, en general, notables contenidos de este elemento, circunstancia que será corroborada en posteriores trabajos.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Dra. Mazuelos Vela su desinteresada colaboración en el análisis químico de las especies vegetales; a los doctores Mudarra Gómez y De la Rosa Acosta la ayuda prestada en la descripción y clasificación de los perfiles estudiados y al Dpto. de Bo-

tánica de la Universidad de Sevilla la determinación de material vegetal.

RESUMEN

Han sido estudiadas dos zonas salinas limítrofes de la Marisma del Guadalquivir. Sus suelos fueron clasificados como: *Vertic* (?) *Aquic Xerofluvents* y *Aquic Vertic Xerofluvents* respectivamente.

Se ha podido comprobar que el *perfil salino potencial corregido* de la zona número 2, uniforme texturalmente, es una síntesis adecuada de los *perfiles salino y agronómico*, circunstancia no extensible a la zona núm. 1, donde la notable heterogeneidad textural hace que las conductividades eléctricas de los extractos suelo-agua = 1/5 y de saturación no sean comparables.

La zona número 1 posee vegetación esencialmente *halófito*, mientras que en la zona número 2 es *glicófito* fruto de su considerable reducción superficial de salinidad tras periodos de lluvia. Sin embargo, la salinidad media global del perfil número 2 es superior a la del perfil número 1.

En ambas zonas predomina una salinidad tipo *cloruro*, aunque también se debe hacer referencia a una salinidad *magnésico-sódica*. Se observa que ciertas plantas halófitas acumuladoras de sales de contenidos sódicos muy superiores a los de potasio, presentan contenidos magnésicos sensiblemente superiores o los de calcio. Otras especies tolerantes a la salinidad, cuyo nivel de sodio es inferior al de potasio, presentan contenidos de magnesio semejantes o inferiores a los de calcio.

*Centro de Edafología y Biología Aplicada.
del Cuarto. C.S.I.C. Sevilla*

BIBLIOGRAFÍA

- (1) BOUTEYRE, G. y TONI, CL. (1972). Géomorphologie et étude des sols sodiques des plaines alluviales. Exemple de la Camargue. *Science du Sol*, 2, 3-32.
- (2) CHAVES, M. y ROMERO, R. (1962). Suelos salinos. *Acta Salmanticensis* V. 136-143.
- (3) F. A. O. (1968). Guías para la Descripción de Perfiles de suelos. Roma.
- (4) Informe del Banco Mundial y de la F. A. O. sobre el Desarrollo de la Agricultura en España 1966. Ministerio de Hacienda, Madrid.
- (5) LABORATORIOS MIEMBROS DEL COMITÉ INTERINSTITUTOS PARA EL ESTUDIO DE TÉCNICAS ANALÍTICAS DE DIAGNÓSTICO FOLIAR. (1969). Métodos de referencia para la determinación de elementos minerales en vegetales. I. Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Sodio, Calcio y Magnesio. *An. Edaf. Agrobiol.*, XXVIII, 5-6. 409-430.
- (6) RICHARDS, L. A. (Ed.). (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. Agriculture Handbook no. 60, U. S. Dept. Agric.
- (7) SERVANT, J. (1973). Le profil salin des sols. Méthodes d'étude et signification: application aux sols halomorphes du midi de la France. *Ann. Agron.*, 24 (3), 375-393.
- (8) STROGOV, B. P. (1964). *Physiological Basis of Salt Tolerance of Plants*. Israel Program for Scientific Translations. Jerusalem.
- (9) THORNTON, C. W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *Geogr. Rev.*, 38, 55-94.
- (10) U. S. DEPT. OF AGRICULTURE. (1960) *Soil Classification*, 7th Approximation. Soil Survey Staff, Washington, D. C.
- (11) VANNEY, J. R. (1970). *L'Hydrologie du Bas Guadalquivir*. C. S. I. C.

Recibido para publicación: 14-IX-76