

SUELO Y VEGETACION DE DOS ZONAS SALINAS DE LA MARISMA DE LEBRIJA (SEVILLA)

II. CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION

por

J. M. MURILLO CARPIO, M. CHAVES SANCHEZ y C. MAZUELOS VELA

SUMMARY

SOIL AND VEGETATION OF TWO SALINE AREAS OF THE «LEBRIJA» MARSH (SEVILLE). II. PLANT CHARACTERISTICS

Naturally occurring plant species of two saline areas from *Lebrija* Marsh have been listed. It has been checked that the decrease in surface salinity during rainy periods enables the presence of many glycophyte species.

Plant material analysed generally shows noticeable nitrogen contents. However nitrogen and possibly phosphorus availability may be reduced for high salt levels.

Species which accumulate sodium have higher levels of magnesium than calcium. On the contrary, species whose salinity tolerance is based upon ion exclusion mechanisms show an opposite behaviour.

Analyses made of a number of native plants reveal that their requirements of micronutrients Fe, Mn, Zn and Cu are satisfied. Only some halophytes have comparatively low Mn contents. Plant material examined does not exhibit excessive levels of B despite its noticeable presence in the soil.

Medicago polymorpha L., *Trifolium resupinatum* L. and *Phalaris paradoxa* L. have an important level of fat and not very significant ash contents. Data reported here indicate that numerous species from Guadalquivir River Marsh have a considerable nutritive value.

INTRODUCCIÓN

En anteriores publicaciones (4, 5 y 34) se hizo alusión a las posibilidades pascícolas que ofrece la Marisma del Guadalquivir, considerando que en ellas podría radicar una de las soluciones más racionales para su utilización agronómica.

Malcolm (29) ha llamado la atención acerca de las buenas producciones forrajeras obtenidas en zonas salinas australianas bajo condiciones naturales de lluvia y drenaje, resultados que, según el autor, podrían extrapolarse a otras áreas, contando con la habilidad natural de las halófitas para colonizar virtualmente todos los suelos alcalinos, exceptuando los que están sometidos a inundaciones prolongadas.

El sistema propuesto por Malcolm ofrece las ventajas de resultar no-

tablemente económico y de no alterar profundamente las características generales del medio, factor ecológico muy importante dado el interés faunístico y floral que suele caracterizar a las áreas salinas.

Aunque para el autor australiano tanto las especies locales como las introducidas pueden dar resultados altamente satisfactorios, nuestra opinión es que la propia vegetación espontánea de un área salina debe ser la base fundamental para la selección y mejora de ecotipos con los que se pretenda potenciar su capacidad pascícola. Ello no implica, evidentemente, que una labor semejante no pueda completarse con la introducción de ciertos ecotipos o cultivares, siempre que no alteren sustancialmente el equilibrio interespecífico establecido en la zona considerada.

La implantación de un sistema agronómico semejante podría resultar sumamente beneficioso para amplias zonas de nuestra Marisma, debido, entre otras razones, a la escasa disponibilidad existente de agua de riego de buena calidad.

En primer lugar, lógicamente, habría que conocer con detalle las características generales de la vegetación natural de este área salina, poco estudiada hasta el momento, pues incluso desde un punto de vista botánico, solamente el trabajo que vienen realizando los Prof. F. Galiano y B. Valdés (7 a 14) sobre la flora de la provincia de Sevilla puede ser considerada como obra de verdadero interés, al citar un gran número de especies vegetales procedentes de nuestra Marisma.

En el presente trabajo se ha determinado el contenido mineral de diversas especies naturales de la Marisma del Guadalquivir con el fin de obtener una primera aproximación del potencial nutritivo que puede ofrecer la vegetación espontánea de este área salina. Sin embargo, aún es necesario realizar un considerable volumen de trabajo para completar una labor semejante, dado el gran número de problemas específicos de zonas salinas que pueden afectar al nivel nutritivo de su vegetación espontánea, labor que será objeto de posteriores publicaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las características generales de las dos zonas de estudio fueron expuestas en la primera parte del presente trabajo (5). También se incluye ahora, no obstante, la vegetación existente en la parte más elevada de la zona núm. 4, área que denominaremos 4V.

En las zonas 4 y 5 fueron tomadas para su análisis químico diversas especies vegetales, procurando siempre que los ecotipos correspondientes a cada especie se encontrasen en el mismo estado de desarrollo.

La preparación de las muestras, determinación de macro y microelementos se realizó según las normas propuestas por el C. S. I. C. y C. I. I. (15, 32 y 33).

El boro fue determinado colorimétricamente por el procedimiento de la quinalizarina en medio sulfúrico (34).

Para determinar el contenido de cenizas, fibra y grasa bruta se han seguido las indicaciones de González y Cosin (16).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Examinando la lista de especies vegetales identificadas en las diferentes áreas estudiadas (tabla I) destaca en primer lugar el marcado carácter glicofítico que presenta en general la vegetación de la zona 4V a pesar de que su nivel salino, una vez superados los primeros centímetros de suelo, comienza a ser notable. Efectivamente: mediante el análisis comparativo de suelo efectuados en las zonas 4 y 4V —febrero 1977— pudo comprobarse que la conductividad eléctrica de las muestras tomadas entre 20 y 40 cm de profundidad era, aproximadamente, 12 mmhos/cm a 25° C en ambos casos.

Sin embargo, al considerar solamente los primeros 20 cm de suelo se obtuvieron diferentes valores de conductividad eléctrica en una y otra zona, siendo casi tres veces superior la de la núm. 4 (aproximadamente 9 mmhos/cm 25° C).

Esta circunstancia pone de manifiesto una vez más la importancia que tiene para la vegetación el nivel de salinidad superficial del sustrato, hasta el extremo de constituir, posiblemente, uno de los principales factores condicionantes de la distribución de muchas especies. La disminución de salinidad en superficie que acompaña a las lluvias otoño-invernales puede permitir la germinación de muchas especies que en condiciones de mayor presión osmótica no podrían hacerlo.

Ahora bien, incluso las semillas que solamente puedan germinar en zonas de salinidad moderada deben soportar fuertes niveles de salinidad durante los períodos más secos, cuando la elevada temperatura y capacidad de evaporación atmosférica determinan un ascenso de sales a la superficie del sustrato. Deben contar, posiblemente, con mecanismos adicionales de resistencia ante estos niveles salinos. Ungar y Hogan (43) pudieron comprobar que las semillas de *Iva annua* L., especie capaz de soportar únicamente zonas de salinidad moderada, no perdían su capacidad de germinación tras haber sido sometida durante diez días a la acción de una solución de NaCl 4 molal (23 por 100).

Según las consideraciones efectuadas parece lógico admitir que una de las primeras medidas que deberían tomarse para potenciar la expansión y desarrollo de determinadas especies en zonas salinas sería facilitar su proceso de germinación. Para ello resulta indispensable reducir el nivel salino de los primeros centímetros de suelo durante esta fase, lo cual puede conseguirse mediante la implantación de una sencilla red de drenaje, no muy costosa. En la primera parte de este trabajo (5) se hizo alusión a la notable reducción global de sales que experimentaba el horizonte superficial de las zonas 4 y 5 durante períodos de lluvia, a pesar de disponer únicamente de un sistema de drenaje muy sencillo.

Ahora bien, en estas condiciones es necesario contar con especies vegetales que, una vez superada la fase de germinación, incrementen su resistencia a las sales paralelamente a su desarrollo vegetativo, hasta el extremo de poderlo completar incluso en la presencia de niveles salinos verdaderamente elevados, generales en toda la Marisma durante los períodos más secos.

T A B L A I

Especies vegetales de las zonas 4, 4-veta y 5. + = presencia; + (r) = presencia esporádica

	4	4 V	5
<i>Spergularia salina</i> J. & C. Presl	+		+
<i>Spergularia limbiata</i> Boiss.	+ (r)		
<i>Beta vulgaris</i> L.; subsp. <i>maritima</i> (L.) Arcangeli	+		
<i>Suaeda vera</i> J. F. Gmelin			+
<i>Arthrocnemum perenne</i> (Miller) Moss.			+
<i>Ranunculus trilobus</i> Desf.		+	+
<i>Ranunculus baudotii</i> Godron	+ (r)		
<i>Raristrum rugosum</i> (L.) All.		+	
<i>Coonopus squamatus</i> (Forsk.) Ascherson			+
<i>Medicago polymorpha</i> L.	+	+	+ (r)
<i>Melilotus indica</i> (L.) All.	+	+	+
<i>Melilotus segitalis</i> (Brot.) Ser.	+		+
<i>Melilotus sulcata</i> Desf.		+ (r)	+ (r)
<i>Melilotus messanensis</i> (L.) All.		+ (r)	+ (r)
<i>Trifolium repens</i> L., subsp. <i>repens</i>	+	+	+ (r)
<i>Trifolium resupinatum</i> L.	+	+	+
<i>Trifolium squamatum</i> L.	+		+
<i>Trifolium campestre</i> Schreb.		+	
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér., subsp. <i>cutarium</i>		+	
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.		+	
<i>Malva silvestris</i> L.		+ (r)	
<i>Frankenia laevis</i> L.	+		+
<i>Lythrum acutangulum</i> Lag.	+ (r)		
<i>Lythrum tribracteatum</i> Salz. ex Sprengel subsp. <i>baeticum</i> (González Albo) Borja	+ (r)		
<i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertner		+	
<i>Daucus muricatus</i> (L.) L.		+	
<i>Cressa cretica</i> L.	+ (r)		+ (r)
<i>Centaurium erythraea</i> Rafn.	+	+	+
<i>Plantago coronopus</i> L.	+	+	+
<i>Plantago coronopus</i> L. var. <i>maritima</i> Gren. & Godron	+ (r)		+
<i>Plantago lagopus</i> L.		+	+ (r)
<i>Carduus tenuiflorus</i> Curtis		+	
<i>Silybum marianum</i> Gaertner		+	
<i>Cichorium intybus</i> L.	+ (r)	+	
<i>Anthemis mixta</i> L.	+	+	+
<i>Thrinacia hispida</i> Roth	+	+	+
<i>Sonchus arvensis</i> L.		+	+ (r)
<i>Podospermum laciniatum</i> DC.		+	
<i>Barkhausia taraxacifolia</i> DC.		+	
<i>Damasonium bourgaei</i> Cosson			+ (r)
<i>Juncus bufonius</i> L.	+		+
<i>Juncus pygmaeus</i> Rich.	+		+
<i>Lolium perenne</i> L.	+		+
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	+		+
<i>Bromus racemosus</i> L.	+		+ (r)
<i>Bromus maximus</i> Desf.			+
<i>Aeluropus littoralis</i> Parl.			+
<i>Hordeum maritimum</i> With.	+	+	+
<i>Moneris cylindrica</i> (Willd.) Cosson	+ (r)		+
<i>Koeleria phleoides</i> (Willd.) Pers.			+ (r)
<i>Avena barbata</i> Brot.	+ (r)	+ (r)	
<i>Polygomon maritimum</i> Willd.	+	+ (r)	+
<i>Polygomon monspeliensis</i> (L.) Desf.	+		+
<i>Phalaris brachystachys</i> Link.	+ (r)	+ (r)	
<i>Phalaris paradoxa</i> L.	+	+ (r)	+

Una técnica semejante está orientada, indudablemente, hacia la utilización pascícola de grandes extensiones salinas, sistema que permite superar el problema planteado por la fuerte concentración salina del medio sin necesidad de alterar profundamente sus características.

Hay que tener en cuenta, sin embargo, que incluso las especies mejor adaptadas a este tipo de áreas —halófilas acumuladoras de sales— pueden sufrir determinadas deficiencias nutritivas en estos suelos, según han puesto de manifiesto diversos autores en numerosas ocasiones. Waisel (47), por ejemplo, llama la atención acerca del color púrpura que en ocasiones presentan determinadas halófitas (*Suaeda* sp., *Salicornia* sp.) en medios salinos sometidos a una elevada intensidad de luz. Este color no aparecía en plantas que recibían un suministro abundante de nitrógeno y fósforo. Otros autores como Fine y Carson (6), Lunin y Gallatin (28), Pigott (36), Ravikovitch y Yoles (37 y 38), etc., han podido comprobar el efecto positivo ejercido por los elementos nitrógeno y fósforo sobre plantas que crecían en medios salinos.

Por tanto, una vez superado el problema de las sales, hay que considerar diversos factores específicos del medio que pueden afectar al desarrollo de la vegetación. No hay que olvidar que incluso las áreas salinas de mayor fertilidad potencial —marismas de origen marino-fluvial— pueden poseer nutrientes en estado de difícil asimilabilidad para la planta (34, 36 y 47).

Ante estas circunstancias era necesario examinar la composición mineral de algunas de las especies más representativas de nuestra Marisma, con el fin de obtener una primera información acerca del estado nutritivo de su vegetación espontánea.

Examinando el contenido de nitrógeno que presentan las especies analizadas (tabla II), destaca en primer lugar el de halófitas acumuladoras de sales, especialmente *Suaeda*, ya que es del mismo orden, e incluso superior que el de especies leguminosas fijadoras de nitrógeno. Realmente, las diferencias podrían haber sido más ostensibles si los datos se hubiesen referido a unidad de materia orgánica combustible, dado el mayor contenido de cenizas que poseen las especies halófitas.

Es posible, sin embargo, que estas especies halófitas sufran deficiencias de nitrógeno bajo determinadas condiciones de luz y salinidad según se desprende del tono rojizo que presentan en algunas ocasiones, especialmente *Suaeda splendens* (Pourret) Gren. & Godron —ausente en las zonas 4 y 5— y las especies del género *Arthrocnemum*. Mediante el análisis efectuado en diversos ejemplares de *Arthrocnemum perenne* (Miller) Moss., procedentes de una zona fuertemente salina de nuestra Marisma —julio 1977— se ha podido comprobar que los que presentaban coloración púrpura poseían un contenido medio de nitrógeno cercano al 1 por 100, mientras que los de coloración normal daban una media del 1,6 por 100 aproximadamente. Por el contrario, no se apreciaron diferencias significativas en el contenido de fósforo.

Hay que tener en cuenta que estas zonas de elevada salinidad superficial poseen generalmente bajos contenidos de nitrógeno y materia orgánica debido, parcialmente al menos, a su reducida cubierta vegetal, muy escasa en especies fijadoras de nitrógeno. Ante estas condi-

TABLA II

Contenido de Nitrógeno y Fósforo de diversas especies de la Marisma del Guadalquivir

(Los resultados se expresan en % de materia seca)

Especie (órgano)	Zona	Fecha de toma	N %	P %
<i>Spergularia salina</i>	4	15 - V - 73	1,58	0,26
<i>Suaeda vera</i>	5	15 - II - 74	3,46	0,18
<i>Suaeda vera</i> (hojas)	5	15 - II - 74	4,32	0,23
<i>Suaeda vera</i>	5	30 - III - 72	3,52	0,23
<i>Suaeda vera</i>	5	15 - V - 73	3,09	0,16
<i>Suaeda vera</i>	5	15 - VII - 73	2,23	0,13
<i>Suaeda vera</i> (hojas)	5	15 - VII - 73	3,02	0,23
<i>Arthrocnemum perenne</i>	5	15 - II - 74	2,38	0,19
<i>Arthrocnemum perenne</i> (tallos asimiladores) ...	5	15 - II - 74	3,17	0,25
<i>Arthrocnemum perenne</i>	5	15 - V - 73	1,66	0,15
<i>Arthrocnemum perenne</i> (tallos asimiladores)....	5	15 - V - 73	1,94	0,10
<i>Arthrocnemum perenne</i>	5	15 - VII - 73	1,29	0,12
<i>Arthrocnemum perenne</i> (tallos asimiladores)....	5	15 - VII - 73	1,80	0,09
<i>Melilotus segetalis</i>	4	15 - IV - 73	3,24	0,25
<i>Melilotus segetalis</i> ..	5	15 - IV - 73	3,17	0,22
<i>Trifolium repens</i>	4	15 - IV - 73	2,45	0,17
<i>Trifolium resupinatum</i>	4	15 - IV - 73	2,30	0,18
<i>Trifolium resupinatum</i>	5	30 - III - 72	3,73	0,23
<i>Trifolium resupinatum</i>	5	15 - IV - 73	2,01	0,16
<i>Frankenia laevis</i>	4	30 - I - 73	3,05	0,25
<i>Frankenia laevis</i> ..	4	15 - IV - 73	1,01	0,18
<i>Thrinacia hispida</i> ...	4	15 - IV - 73	1,01	0,28
<i>Thrinacia hispida</i>	5	30 - III - 72	1,52	0,23
<i>Monerma cylindrica</i> ..	4	15 - V - 73	1,01	0,16
<i>Aeluropus littoralis</i>	5	15 - V - 73	2,16	0,12
<i>Hordeum maritimum</i>	4	15 - V - 73	1,58	0,12
<i>Hordeum maritimum</i> .	5	15 - IV - 73	1,94	0,17
<i>Hordeum maritimum</i>	5	15 - V - 73	1,37	0,13

ciones, es posible que determinadas especies vegetales sufran deficiencias de nitrógeno, aunque aún es necesario disponer de mayor número de datos para poder confirmar esta hipótesis. Por otra parte, es indispensable efectuar un estudio detallado del balance de nitrógeno en estos suelos, así como de las características de su materia orgánica, factores prácticamente desconocidos todavía.

En líneas generales puede afirmarse que los contenidos de nitrógeno de las restantes especies examinadas, leguminosas, frankeniacea, compuesta y gramíneas, no parecen resultar deficitarios en ningún caso. Conviene hacer notar en este sentido que el contenido de nitrógeno del horizonte superficial de ambas zonas —0,2 por 100 núm. 4 y 0,5 por 100 número 5— es realmente aceptable.

Según las consideraciones efectuadas puede admitirse, en principio, que las áreas de Marisma parcialmente recuperadas, o las de mayor elevación, poseen suficiente disponibilidad de nitrógeno para el desarrollo de su vegetación espontánea, circunstancia muy importante en relación con la posible utilización pascícola de este tipo de áreas.

Observando los resultados presentados en la tabla III puede comprobarse que, efectivamente, los contenidos de nitrógeno de las especies examinadas son realmente notables, destacando especialmente los de *Phalaris paradoxa* L., gramínea introducida en la zona núm. 4 con carácter experimental. Estos resultados parecen indicar que determinadas asociaciones de gramíneas y leguminosas, debidamente seleccionadas, pueden proporcionar dietas nitrogenadas altamente satisfactorias bajo las condiciones edafoclimáticas de nuestra Marisma, aunque hay que tener en cuenta que el metabolismo del nitrógeno de muchas plantas puede ser alterado bajo condiciones salinas, acumulándose sustancias tóxicas y determinados aminoácidos en los tejidos vegetales en cantidades que pueden perjudicar la fisiología de la planta (27, 41 y 42).

Igualmente interesante resultaba determinar el contenido de fósforo de las especies analizadas teniendo en cuenta que, en primer lugar, pueden producirse deficiencias de este elemento en suelos de esta naturaleza (3, 36 y 47) y, en segundo lugar, el fósforo puede mejorar ostensiblemente el desarrollo de la vegetación en medios salinos (36, 37 y 38).

Mediante el estudio realizado por Arambarri y Luque (1) en un suelo virgen de la Marisma del Guadalquivir se ha podido comprobar que la concentración de fósforo en la solución del suelo, extraído con solución 0,02 M KCl, oscila alrededor de 10^{-6} M a lo largo de todo el perfil, cantidad insuficiente para satisfacer las necesidades de cultivos medianamente exigentes en fósforo. En la fase sólida este elemento predomina bajo la forma de compuestos cálcicos similares al fosfato octocálcico o más insolubles aún. Por el contrario, los mismos autores han podido comprobar que en el caso de un suelo abonado —perfil correspondiente a la zona núm. 4— el horizonte superficial —8 cm.— posee un nivel de fósforo soluble notablemente elevado (10^{-4} M). En los restantes horizontes del perfil la concentración se reduce considerablemente, alcanzando valores próximos a los del perfil virgen.

Lógicamente, esta circunstancia pudo beneficiar considerablemente la germinación y primeras fases del desarrollo vegetativo de las especies de la zona núm. 4. Si se observa la tabla III puede comprobarse que plantas de *Phalaris paradoxa* L., de aproximadamente cuarenta días, presentan un contenido de fósforo realmente elevado (0,47 por 100) en sus tejidos.

Sin embargo, superado el horizonte superficial, el sistema radicu-

TABLA III

Contenido en nutrientes de diversas especies vegetales de la zona núm. 4

(Los resultados están referidos a materia seca)

Fecha	E s p e c i e	N %	P %	meq/100 g				P. p. m.					Grasas %	Fibra %	Ce- nizas %
				K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	B			
3 - 74	Medicago polymorpha L.....	3,17	0,31	61,38	48,50	29,61	24,35	285,0	30,0	21,0	15,0	34,0	6,00	16,00	12,88
3 - 74	Medicago polymorpha L. (hojas)...	5,04	0,24	49,10	83,00	33,72	24,35	200,0	60,0	22,0	15,0	42,0	12,09	10,00	15,00
5 - 74	Trifolium resupinatum L.....	2,52	0,20	46,95	54,00	19,74	47,83	600,0	38,0	21,0	15,0	24,0	6,00	17,00	9,58
5 - 74	Trifolium resupinatum L. (hojas) ..	5,04	0,26	51,15	61,00	21,38	36,09	430,0	57,0	26,0	20,0	—	10,00	11,98	9,98
2 - 74	Phalaris paradoxa L.....	5,26	0,47	93,09	24,50	19,74	54,35	260,0	42,0	50,0	12,0	2,5	6,68	14,00	16,00
3 - 74	Phalaris paradoxa L.....	2,30	0,29	49,10	19,00	13,16	38,26	140,0	31,0	34,0	7,5	7,5	5,00	26,00	14,80
3 - 74	Phalaris paradoxa L. (hojas).....	3,74	0,28	57,29	20,50	12,34	32,61	100,0	36,0	26,0	10,0	14,0	9,00	16,00	10,40
5 - 74	Phalaris pnradoxa L. (floración)...	1,58	0,15	33,76	16 50	9,86	12,61	207,0	28,0	20,0	3,0	12,0	2,00	37,34	8,00
5 - 74	Phalaris paradoxa L. (hojas).....	2,81	0,21	43 99	28 00	13,16	10,87	131,0	19,0	12,0	12,0	—	4,00	22,00	10,00

lar de la vegetación dispone de bajas concentraciones de fósforo según se desprende de los datos obtenidos por Arambarri y Luque (1). Podría resultar interesante, por tanto, examinar el efecto que tiene sobre el desarrollo de la vegetación de estos suelos una aplicación de fósforo en profundidad, efectuada antes de la aplicación superficial que puede acompañar a la semilla en el momento de la siembra.

Posiblemente, muchas especies vegetales responderían positivamente a este tratamiento, ya que los resultados presentados en la tabla II ponen de manifiesto que la mayoría de los contenidos de fósforo de las especies examinadas tienen carácter de valores críticos. Ello es lógico si se tiene en cuenta que la elevada concentración salina que caracteriza a los suelos de la Marisma del Guadalquivir —incluidos los de zonas parcialmente recuperadas, una vez superado el estrato superficial—, así como las características de pH y textura del substrato, son factores que pueden dificultar la asimilabilidad de fósforo por la planta en este tipo de suelos, ya de por sí pobres en este elemento.

Continuando el examen de los restantes elementos minerales, cabe destacar en primer lugar las notables diferencias que existen en las relaciones sodio-potasio de los distintos grupos ecológicos considerados en el presente trabajo (tablas IV y V).

Las especies que toleran fuertes concentraciones salinas en sus tejidos presentan niveles de sodio muy elevados, alcanzando algunos ejemplares adultos de *Arthrocnemum* valores próximos a los 400 meq/100 g cuando los datos se refieren a materia seca. Como cabía esperar, en estas especies la relación sodio-potasio es muy superior a la unidad, especialmente cuando se trata de hojas —*Suaeda vera* J. F. Gmelin— o tallos asimiladores —género *Arthrocnemum*—, órganos de intensa actividad asimiladora (tabla IV).

En contraste con este grupo ecológico, las gramíneas examinadas poseen relaciones sodio-potasio inferiores a la unidad, salvo en el caso de ejemplares de *Aeluropus littoralis* Parl. procedentes de la zona número 5, donde es algo superior a uno (tabla V). Es indudable que estas especies cuentan con mecanismos de absorción selectiva altamente especializados para la toma de potasio frente a sodio, su más inmediato competidor en la solución del suelo, pues frente al valor de la relación sodio-potasio en estas especies vegetales, en los 20 primeros centímetros de suelo de las zonas 4 y 5 este parámetro alcanzó valores de 50 y 98 respectivamente en la fecha de toma de la vegetación (mayo 1973). En los perfiles completos tomados en ambas zonas (34) el valor medio de la relación sodio-potasio fue de 65 (zona 4) y 143 (zona 5), pudiendo haber influido en tan ostensible diferencia el aporte de fertilizantes que recibe la zona núm. 4.

Sin embargo, algunas gramíneas típicas de la Marisma del Guadalquivir, así como *Frankenia laevis* L., especie secretora de sales, pueden presentar contenidos de potasio relativamente bajos, del orden de 15 meq/100 g., según se desprende de los datos recogidos en la tabla V. También las halófitas acumuladoras de sales pueden poseer contenidos bajos de potasio en fases avanzadas de su ciclo vegetativo, pero hay que tener en cuenta que en este grupo ecológico existe la posibilidad de que el sodio sustituya parcialmente al potasio en algu-

TABLA IV

Contenido en nutrientes de diversas especies vegetales. Zonas 4 y 5

Resultados referidos a materia seca (meq/100 g.)

Especie (órgano)	Zona	Fecha de toma	Ca	Mg	Na	K	Ca/Mg	Na/K
Spergularia salina.....	4	15 - V - 73	31,00	63,32	154,78	23,53	0,49	6,58
Suaeda vera	5	15 - II - 74	31,00	41,12	372,17	36,83	0,75	10,11
Suaeda vera (hojas)	5	15 - II - 74	19,00	34,54	500,00	41,94	0,55	11,92
Suaeda vera	5	30 - III - 72	25,00	32,89	353,04	41,43	0,76	8,52
Suaeda vera.....	5	15 - V - 73	36,00	36,18	187,39	30,95	0,98	6,05
Suaeda vera.....	5	15 - VII - 73	22,00	27,96	222,61	21,48	0,79	10,36
Suaeda vera (hojas).....	5	15 - VII - 73	17,50	25,49	668,29	20,97	0,69	31,87
Arthrocnemum perenne	5	15 - II - 74	40,00	57,57	190,00	33,76	0,69	5,63
Arthrocnemum perenne (tallos asimiladores)....	5	15 - II - 74	44,50	53,45	429,13	58,82	0,83	7,30
Arthrocnemum perenne... ..	5	15 - V - 73	41,50	68,26	391,30	23,02	0,61	17,00
Arthrocnemum perenne (tallos asimiladores)....	5	15 - V - 73	52,00	101,97	652,17	21,48	0,51	30,36
Arthrocnemum perenne.....	5	15 - VII - 73	48,00	78,13	385,65	17,90	0,61	21,54
Arthrocnemum perenne (tallos asimiladores)....	5	15 - VII - 73	56,50	106,91	619,57	15,86	0,53	39,06

T A B L A V

Contenido en nutrientes de diversas especies vegetales. Zonas 4 y 5

Resultados referidos a materia seca (meq/100 g.)

E s p e c i e	Zona	Fecha de toma	Ca	Mg	Na	K	Ca/Mg	Na/K
Melilotus segetalis.....	4	15 - IV - 73	48,50	20,56	26,96	48,59	2,36	0,55
Melilotus segetalis.....	5	15 - IV - 73	52,00	38,65	46,07	44,50	1,35	1,04
Trifolium repens.....	4	15 - IV - 73	48,00	21,38	59,57	35,81	2,25	1,66
Trifolium resupinatum.....	4	15 - IV - 73	50,00	19,74	54,35	52,17	2,53	1,04
Trifolium resupinatum.....	5	30 - III - 72	42,50	23,85	43,48	48,08	1,78	0,90
Trifolium resupinatum.....	5	15 - IV - 73	52,00	20,56	46,07	40,92	2,53	1,13
Frankenia laevis.....	4	30 - I - 73	58,50	32,89	13,04	15,31	1,78	0,85
Frankenia laevis.....	4	15 - IV - 73	76,00	30,43	51,74	12,79	2,50	4,05
Thrinacia hispida.....	4	15 - IV - 73	42,50	16,45	51,74	30,18	2,58	1,71
Thrinacia hispida.....	5	30 - III - 72	42,50	19,74	51,30	31,71	2,15	1,62
Monerma cylindrica.....	4	15 - V - 73	20,50	15,63	16,09	39,90	1,31	0,40
Aeluropus littoralis.....	5	15 - V - 73	19,00	11,51	16,09	14,32	1,65	1,12
Hordeum maritimum.....	4	15 - V - 73	20,00	9,87	10,87	16,37	2,03	0,66
Hordeum maritimum.....	5	15 - V - 73	17,00	9,05	21,74	31,71	1,88	0,66
Hordeum maritimum.....	5	15 - V - 73	21,00	9,87	8,26	16,37	2,13	0,50

nas de sus funciones, independientemente de las funciones específicas que pueda desarrollar en este tipo de plantas (18 y 30). Waisel y Eshel (46) pudieron comprobar, mediante el uso de un microanalizador de rayos X, que en células del mesofilo de hojas de *Suaeda monoica* Forssk. tanto el sodio como el potasio aparecían fundamentalmente en el citoplasma y no en el vacuolo, lo cual parece indicar que el sodio juega un importante papel «activo» en la fisiología de la planta.

Las leguminosas examinadas poseen sin embargo notables contenidos de potasio, según se desprende de los datos elaborados por Martín y Matocha (31), lo cual indica que pueden satisfacer normalmente sus necesidades de potasio en este tipo de suelos, factor importante a la hora de valorar su capacidad pascícola.

Es interesante observar, por otra parte, que las especies que acumulan sodio en sus tejidos, *Spergularia*, *Suaeda* y *Arthrocnemum*, presentan contenidos de magnesio significativamente superiores a los de calcio, por lo que su relación calcio-magnesio es siempre inferior a la unidad (tabla IV).

Por el contrario, en los restantes grupos ecológicos examinados esta relación es siempre superior a la unidad, especialmente en las leguminosas, *Frankenia* y *Thrinacia*, reduciéndose algo en las gramíneas *Monerma*, *Aeluropus* y *Hordeum* (tabla V).

Por esta razón se ha expuesto en varias ocasiones (4, 5 y 34) la conveniencia de hacer alusión a una salinidad de tipo magnésico-sódica para nuestros suelos de la Marisma del Guadalquivir, dado que la vegetación—de igual forma que lo hace para el sodio— presenta una respuesta específica ante elevadas concentraciones de magnesio en el medio. Autores como Chapman (3) consideran incluso la posibilidad de establecer clasificaciones vegetales tomando como base el nivel magnésico del suelo.

Como en el caso del sodio, sería muy interesante estudiar detalladamente la distribución del magnesio en el compartimento celular de diversos grupos ecológicos de especies vegetales. Las diferencias de comportamiento que presentan las halófitas acumuladoras de sales en relación con otro tipo de especies frente a elevadas concentraciones de magnesio en el medio, posiblemente no puedan ser explicadas totalmente hasta no conocer con exactitud la conexión de este elemento con determinados procesos metabólicos bajo condiciones salinas.

Es posible que la diferencia existente entre las halófitas que acumulan más magnesio que calcio y otro tipo de plantas esté en parte relacionada con la presencia de determinados sistemas enzimáticos dependientes, en gran medida, de las características del medio iónico que los rodea, como ocurre con los sistemas ATP-asas (19, 25 y 47), de los que aún se conoce poco en plantas de diferentes grupos ecológicos (21 y 22), aunque parece estar fuera de toda duda que juegan un importante papel en los procesos de adaptación de la vegetación a las condiciones salinas (24).

En este sentido, se podría hacer referencia a las experiencias de Kylin y Kähr (26) quienes comprobaron que plantas de avena (cv. Brighton)—especie que requiere un notable contenido de magnesio en el suelo—daban una elevada proporción de ATP-asas activadas por magnesio, siendo considerablemente menor el efecto ejercido por el calcio, mientras que en el caso de trigo (cv. Svenno Spring Wheat) —especie que depen-

de más de la concentración de calcio en el sustrato— ocurría justamente lo contrario.

Hay que hacer notar, por otra parte, que los contenidos de calcio que registran las gramíneas y leguminosas examinadas, especialmente las últimas, posiblemente son algo inferiores a los que presentarían bajo condiciones no salinas, circunstancia que podría ser debida, parcialmente al menos, al fuerte contenido sódico de estos suelos. No obstante, sus contenidos de calcio, en general, no son excesivamente bajos y posiblemente son suficientes en la mayoría de los casos para el desarrollo normal de la planta.

Otro problema a considerar en zonas salinas es el de la asimilabilidad de micronutrientes pues, en principio, parece lógico admitir que una planta que habita en este tipo de áreas requiere mayor disponibilidad de micronutrientes que bajo condiciones no salinas, debido a que la fracción de oligoelementos disponibles es comparativamente menor en un medio salino dada la elevada concentración iónica de la solución del suelo (17).

Hay que tener en cuenta, además, que el elevado contenido de carbonato cálcico de nuestros suelos salinos (4, 5 y 34) puede dificultar la toma de micronutrientes por las plantas, aunque esta acción negativa puede ser mitigada parcialmente por la materia orgánica, al complejar una determinada fracción de dichos elementos (20, 23 y 34). Por otra parte, el periódico medio ambiente reductor que caracteriza a las zonas de Marisma es otro factor que puede facilitar la disponibilidad de determinados oligoelementos al mantenerlos en su forma divalente, más soluble.

De cualquier forma, la elevada concentración iónica del medio es posiblemente uno de los factores que más influye en la disponibilidad de micronutrientes por la razón considerada anteriormente. Autores como Bohn y Aba-Husayn (2) opinan incluso que las deficiencias de un oligoelemento —concretamente el manganeso— que pudieran producirse en medios de elevada salinidad y pH, con el consiguiente desequilibrio iónico, son de carácter secundario para el desarrollo de la vegetación frente a la elevada tensión de agua que ha de soportar la planta bajo condiciones salinas.

Observando los contenidos de hierro y manganeso que presentan las halófitas acumuladoras de sales examinadas en el presente trabajo (tabla VI), cabe destacar que en algunos casos concretos las hojas y tallos asimiladores de *Suaeda* y *Arthrocnemum* poseen contenidos notablemente bajos de ambos elementos, especialmente de manganeso. No obstante, en el caso concreto del hierro, el nivel que alcanzan estas especies es superior al valor medio aproximado que atribuye Gorham y Gorham (17) a la vegetación de Marismas salinas de la Gran Bretaña.

Por otra parte, teniendo en cuenta que determinadas halófitas tienen muy bajos requerimientos de hierro, como es por ejemplo el caso de *Arthrocnemum glaucum* (47), es posible que los contenidos que se han registrado en estas especies sean suficientes para su desarrollo vegetativo. Por el contrario, podrían producirse deficiencias de manganeso —especialmente durante los periodos de sequía—, puesto que, en general, los valores alcanzados por las halófitas consideradas son frecuente-

T A B L A V I

Contenido en oligoelementos de diversas especies vegetales. Zonas 4 y 5

Resultados referidos a materia seca (p. p. m.)

E s p e c i e (ó r g a n o)	Zona	Fecha de toma	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Spargularia salina	4	15 - V - 73	450,0	50,0	38,0	5,0	21,0
Suaeda vera	5	15 - II - 74	280,0	42,0	19,0	11,0	36,0
Suaeda vera (hojas)	5	15 - II - 74	115,0	40,0	17,0	9,0	50,0
Suaeda vera	5	30 - III - 72	217,0	21,0	15,0	6,0	26,0
Suaeda vera	5	15 - V - 73	310,0	37,0	21,0	14,0	33,0
Suaeda vera	5	15 - VII - 73	250,0	27,0	11,0	5,0	27,0
Suaeda vera (hojas)	5	15 - II - 74	100,0	7,5	10,0	7,0	50,0
Arthrocnemum perenne	5	15 - II - 74	470,0	22,0	23,0	5,0	23,0
Arthrocnemum perenne (tallos asimiladores) . . .	5	15 - II - 74	200,0	25,0	23,0	7,0	28,0
Arthrocnemum perenne	5	15 - V - 73	265,0	22,0	21,0	10,0	25,0
Arthrocnemum perenne (tallos asimiladores) . . .	5	15 - V - 73	50,0	15,0	17,0	7,0	38,0
Arthrocnemum perenne	5	15 - VII - 73	210,0	8,0	16,0	5,0	8,5
Arthrocnemum perenne (tallos asimiladores) . . .	5	15 - VII - 73	40,0	8,0	56,0	5,0	36,0

TABLEA VII

Contenido en oligoelementos de diversas especies vegetales. Zonas 4 y 5
Resultados referidos a materia seca (p. p. m.)

E s p e c i e	Zona	Fecha de toma	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Melilotus segetalis.....	4	15 - IV - 73	300,0	31,0	22,0	15,0	32,0
Melilotus segetalis.....	5	15 - IV - 73	200,0	37,0	26,0	13,0	35,0
Trifolium repens.....	4	15 - IV - 73	240,0	14,0	18,0	10,0	11,5
Trifolium resupinatum.....	4	15 - IV - 73	180,0	18,0	16,0	12,0	26,0
Trifolium resupinatum.....	5	30 - III - 72	483,0	27,0	36,0	14,0	20,0
Trifolium resupinatum.....	5	15 - IV - 73	270,0	27,0	17,0	10,0	28,0
Frankenia laevis.....	4	30 - I - 73	715,0	58,0	31,0	10,0	17,0
Frankenia laevis.....	4	15 - IV - 73	385,0	29,0	22,0	5,0	21,0
Thrinacia hispida.....	4	15 - IV - 73	220,0	10,0	32,0	11,0	17,0
Thrinacia hispida.....	5	30 - III - 72	350,0	26,0	33,0	10,0	20,0
Monerma cylindrica.....	4	15 - V - 73	210,0	57,0	25,0	3,0	3,5
Aeluropus littoralis.....	5	15 - V - 73	360,0	26,0	65,0	4,0	3,5
Hordeum maritimum.....	4	15 - V - 73	130,0	25,0	17,0	2,0	6,0
Hordeum maritimum.....	5	15 - IV - 73	190,0	15,0	21,0	2,5	6,0
Hordeum maritimum.....	5	15 - V - 73	205,0	12,0	23,0	2,5	6,0

mente inferiores a 30 ppm (tabla VI), valores que en principio pueden considerarse críticos para el desarrollo de la vegetación.

Las restantes especies examinadas presentan contenidos medios de hierro, reduciéndose ostensiblemente —comparativamente con otro tipo de suelos— el nivel de manganeso, oscilando la relación hierro-manganeso, salvo escasas excepciones, en un margen de 10 a 20 (tabla VII).

Sin embargo, algunas de las especies examinadas, leguminosas en especial (tabla III), llegan a alcanzar contenidos de manganeso en las hojas muy aceptables para suelos de estas características. Esta circunstancia no creemos que sea atribuible a la aplicación de fertilizantes que se efectuó en la zona núm. 4, ya que no se han registrado cambios significativos de pH en el suelo. Es posible, por tanto, que algunos grupos de especies vegetales que habitan este área salina consigan niveles de manganeso suficientes para su desarrollo vegetativo, aunque, lógicamente, estos valores sean inferiores a los que generalmente posee la vegetación de áreas no salinas y pH neutro-ácido.

Por otra parte, numerosos investigadores han podido comprobar que en suelos alcalinos, especialmente si son ricos en carbonatos alcalinotérreos, el zinc puede encontrarse en un estado difícilmente asimilable para la planta (2 y 45).

No obstante, los valores de zinc registrados en el presente trabajo (tablas VI y VII) son superiores a las 15 ppm. que suelen considerarse necesarias para la mayoría de los cultivos, circunstancia extensible a toda la Marisma del Guadalquivir.

En cuanto al cobre se puede afirmar que, en términos generales, los valores obtenidos no son significativamente inferiores a los valores medios que presenta la vegetación de zonas no salinas. Comparándolas con especies ricas en cobre (11-16 ppm.), malas hierbas generalmente, y con las que poseen contenidos más bajos (gramíneas, 5-7 ppm.), las leguminosas pueden ser consideradas como especies de contenidos medios de cobre (8-10 ppm.) (35). Pues bien: las leguminosas examinadas en el presente trabajo alcanzan niveles de cobre semejantes, e incluso superiores, al margen citado por la bibliografía (tabla VII).

También las gramíneas analizadas, *Monerma cylindrica* (Willd.) Cosson, *Aeluropus littoralis* Parl. y *Hordeum maritimum* With., especies muy difundidas en la Marisma del Guadalquivir, deben satisfacer normalmente sus necesidades de cobre (tabla VII). Se ha podido comprobar que algunas de estas especies procedentes de una zona de la Marisma de la Isla Mayor con aproximadamente 20 ppm. de cobre —extraído con AEDT— en su estrato superficial, no presentan valores muy superiores a los que poseen estas mismas especies en las zonas 4 y 5 (34).

Es lógico pensar, por consiguiente, que la generalidad de las especies vegetales que pueblan la Marisma del Guadalquivir cubren satisfactoriamente sus necesidades de zinc y cobre, pudiendo jugar la materia orgánica del suelo un importante papel en la disponibilidad de ambos nutrientes. En el estudio general efectuado en este área salina (34) se ha podido comprobar que existe un elevado nivel de correlación entre el contenido de ambos elementos y de materia orgánica en el suelo ($p < 0,001$).

Interesaba también conocer el nivel de boro en algunas de las especies de ambas zonas, teniendo en cuenta sobre todo que los suelos salinos poseen frecuentemente concentraciones de boro que pueden resultar tóxicas para la planta (40).

Según el Laboratorio de salinidad de los Estados Unidos (40), concentraciones de boro en el suelo superiores a 1,5 ppm. pueden crear problemas a cultivos sensibles y 5 ppm. —en el extracto de saturación— a los semitolerantes (44). El contenido superficial —20 cm.— de boro de amplias zonas de nuestra Marisma oscila alrededor de 5-7 ppm., reduciéndose algo cuando se trata de áreas parcialmente recuperadas.

Ahora bien, teniendo en cuenta que las necesidades mínimas de boro de la mayoría de las especies vegetales, basadas en el contenido medio de las hojas, oscila en un margen de 5-30 ppm. (39), puede afirmarse que las especies examinadas no presentan excesivos contenidos de boro (tablas III, VI y VII).

No hay que olvidar, sin embargo, que al tratarse de suelos de textura fina y elevada capacidad de adsorción, como son nuestros suelos salinos, es necesaria la presencia de un mayor nivel de boro extraíble para el desarrollo de la vegetación que si se tratase de suelos más ligeros (48).

Los mayores valores de boro registrados en el presente estudio (tablas III, VI y VII) corresponden a hojas y tallos asimiladores de halófitas acumuladoras de sales (50 ppm. en hojas de *Suaeda vera* J. F. Gmelin), reduciéndose considerablemente en las gramíneas (3,5-6 ppm., 14 ppm. en hojas de *Phalaris paradoxa* L.) para alcanzar valores medios en las leguminosas (11-35 ppm., 42 ppm. en hojas de *Medicago polymorpha* L.), contenidos que, en conjunto, pueden considerarse normales para la vegetación.

Los resultados expuestos en el presente trabajo confirman nuestra idea (4 y 5) sobre las posibilidades pascícolas de la Marisma del Guadalquivir.

Existen diversos aspectos que aún deben ser examinados con mayor detalle. El estudio de la fracción orgánica de estos suelos goza de especial interés, así como el efecto ejercido por la aplicación de materia orgánica a los mismos, práctica que podría paliar en gran medida el empleo de fertilizantes.

Potenciando la vegetación natural se podría incrementar la carga pecuaria de este área salina, con el consiguiente aporte de materia orgánica a los suelos, factor muy importante para la asimilabilidad de micronutrientes. Ahora bien, potenciar de esta forma la pascicultura en la Marisma del Guadalquivir, requiere la disponibilidad de variedades vegetales tolerantes a la salinidad, capaces además de proporcionar producciones rentables de carne o leche.

En el presente estudio se han examinado algunas especies que poseen notables contenidos de nitrógeno, grasas y baja proporción de cenizas (tablas II y III). Ello parece indicar que utilizando cultivares adecuados, o mejor aún, ecotipos espontáneos debidamente seleccionados y mejorados, podrían conseguirse asociaciones vegetales, ricas en gramíneas

y leguminosas, capaces de revalorizar amplias zonas de Marisma sin necesidad de recurrir a drásticos sistemas de saneamiento.

Aunque sencilla, posiblemente es una de las soluciones más racionales para la utilización agronómica de este gran área salina.

Agradecimiento

Los autores agradecen al Dpto. de Botánica de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Sevilla la determinación del material vegetal.

RESUMEN

Se han identificado las especies vegetales de dos zonas salinas de la Marisma de Lebríja (Sevilla). La reducción superficial de salinidad durante períodos de lluvia permite la presencia de muchas especies de carácter glicofítico.

El material vegetal analizado suele poseer notables contenidos de nitrógeno, aunque su disponibilidad, como la de fósforo, puede reducirse considerablemente ante fuertes niveles salinos.

Las especies que acumulan sodio presentan contenidos de magnesio superiores a los de calcio, ocurriendo lo contrario en las que excluyen sodio. Exceptuando algunas halófitas que poseen bajos contenidos de Mn, las restantes especies examinadas satisfacen sus necesidades de Fe, Mn, Zn y Cu. El material vegetal analizado no presenta excesivos niveles de boro a pesar de su significativa presencia en el suelo. Algunas de las especies analizadas alcanzan contenidos apreciables de grasa y reducidos porcentajes de cenizas. El conjunto de datos obtenidos indica que muchas de las especies de la Marisma del Guadalquivir presentan un valor nutritivo que las hace potencialmente útiles en el campo de la pascicultura.

*Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto.
Sección de Fertilidad. Sevilla.*

BIBLIOGRAFÍA

- (1) ARAMBARRI, P. y LUQUE PALOMO, T. (1977). Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto. Comunicación personal.
- (2) BOHN, H. L. y ABA-HUSAYN, M. M. (1971). Manganese, iron, copper and zinc concentrations of *Sporobolus wrightii* in a saline soil. *Soil Sci.*, 112, 5, 348-350.
- (3) CHAPMAN, V. J. (1966). Vegetation and salinity. En *Salinity and Aridity. New Approaches to Old Problems* (Ed. Boyko, H.) Monograph. Biol. Vol. XVI, 23-42. La Haya.
- (4) CHAVES SÁNCHEZ, M. y MURILLO CARPIO, J. M. (1976). Características del suelo y vegetación de un área salina limítrofe de la Marisma del Guadalquivir (Isla Menor). *Anal. Edaf. Agrobiol.* (En prensa).
- (5) CHAVES SÁNCHEZ, M. y MURILLO CARPIO, J. M. (1977). Suelo y vegetación de dos zonas salinas de la Marisma de Lebríja (Sevilla). I. Características del substrato. *Anal. Edaf. Agrobiol.* (En prensa).
- (6) FINE, L. O. y CARSON, P. L. (1954). Phosphorus needs of small grains on a moderately saline soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 18, 60-63.
- (7) GALIANO, E. F. y VALDÉS, B. (1971). Catálogo de las plantas vasculares de la provincia de Sevilla. I. Pteridophyta. *Lagascalia*, 1, 5-25.
- (8) GALIANO, E. F. y VALDÉS, B. (1972). Catálogo de las plantas vasculares de la provincia de Sevilla. II. Pinaceae-Polygonaceae. *Lagascalia*, 2 (1), 117-142.
- (9) GALIANO, E. F. y VALDÉS, B. (1972). Catálogo de las plantas vasculares de la Provincia de Sevilla. III. Centrospermae (excepto Caryophyllaceae). *Lagascalia*, 2 (2), 193-209.

- (10) GALIANO, E. F. y VALDÉS, B. (1973). Catálogo de las plantas vasculares de la provincia de Sevilla. IV. Centrospermae: Caryophyllaceae. Lagascalia, 3 (1), 71-97.
- (11) GALIANO, E. F. y VALDÉS, B. (1973). Catálogo de las plantas vasculares de la provincia de Sevilla. V. Ranunculales, Aristolochiales. Lagascalia, 3 (2), 223-237.
- (12) GALIANO, E. F. y VALDÉS, B. (1974). Catálogo de las plantas vasculares de la provincia de Sevilla. VI. Rhoeadales. Lagascalia, 4 (1), 121-151.
- (13) GALIANO, E. F. y VALDÉS, B. (1975). Catálogo de las plantas vasculares de la provincia de Sevilla. VII. Cactales, Guttiferales y Rosales (excepto Papilionaceae). Lagascalia, 5 (1), 113-126.
- (14) GALIANO, E. F. y VALDÉS, B. (1976). Catálogo de las plantas vasculares de la provincia de Sevilla. VIII. Rosales (Papilionaceae). Lagascalia, 6 (1), 39-89.
- (15) GONZÁLEZ GARCÍA, F., CHAVES SÁNCHEZ, M., MAZUELOS, C. y GARCÍA, A. M. (1964). Estado actual del equilibrio nutritivo en el olivar de la provincia de Sevilla. Compte-Rendu du Premier Colloque Européen sur le Contrôle de la Nutrition. Minérale et de la Fertilisation en Viticulture, Arboriculture et autres Cultures Méditerranéennes. Montpellier, 273-286.
- (16) GONZÁLEZ, G. y COSIN, C. (1963). Resultado comparativo de los análisis realizados por el departamento de Bromatología y nutrición animal del C. S. I. C. como integrante de la cadena organizada por la Federación Europea de Zootecnia para la normalización de los métodos de análisis de los alimentos del ganado. Anal. Edaf. Agrobiol., XXII, 3-4, 97-111.
- (17) GORHAM, A. V. y GORHAM, E. (1955). Iron, Manganese, ash, and nitrogen in some plants from salt marsh and shingle habitats. Annals of Botany, N. S. Vol. XIX, núm. 76, 571-577.
- (18) GREENWAY, H. (1973). Salinity, plant growth and metabolism. The Journal of the Australian Institute of Agricultural Science, 24-34.
- (19) HANSSON, G. y KYLIN, A. (1969). ATP-ase activities in homogenates from sugar-beet roots, relation to Mg^{++} and $(Na^{+} + K^{-})$ stimulation. Z. Pflanzenphysiol., 60, 270-275.
- (20) HEIMANN, H. (1966). Plant growth under saline conditions and the balance of the ionic environment. En Salinity and Aridity. New Approaches to Old Problems (Ed. Boyko, H.) Monograph. Biol. Vol. XVI, 201-213. La Haya.
- (21) HOROVITZ, C. T. y WASEL, Y. (1970). Cation-activated ATP-ase and salt uptake by plants with different salt resistance. Proc. 18th Inter. Hort. Congr., 89.
- (22) HOROVITZ, C. T. y WASEL, Y. (1970). Different ATP-ase systems in glycophytic and halophytic plant species. Experientia, 26, 941-942.
- (23) JENNE, E. A. (1968). Controls on Mn, Fe, Co, Ni, Cu and Zn concentrations in soils and water: the significant role of hydrous Mn and Fe oxides. Advances in Chemistry Series. Núm. 73, 21, 337-387.
- (24) JENNINGS, D. H. (1968). Halophytes, succulence and sodium in plants- a unified theory. New Phytol., 67, 899-911.
- (25) KYLIN, A. y GEE, R. (1970). Adenosine triphosphatase activities in leaves of the mangrove *Avicennia nitida* Jacq. Plant Physiol., 45, 169-172.
- (26) KYLIN, A. y KÄHR, M. (1973). The effect of magnesium and calcium ions on adenosine triphosphatases from wheat and oat roots at different pH. Physiol. Plant., 28, 452-457.
- (27) LANGDALE, G. W. y THOMAS, J. R. (1971). Soil salinity effects on absorption of nitrogen, phosphorus, and protein synthesis by coastal bermudagrass. Agronomy Journal. Vol. 63, 708-711.
- (28) LUNIN, J. y GALLATIN, M. H. (1965). Salinity-fertility interactions in relation to the growth and composition of beans. I. Effect of N, P and K. II. Varying levels of N and P. Agronomy Journal. Vol. 4, 339-345.
- (29) MALCOLM, C. (1969). Use of halophytes for forage production on saline wastelands. J. Aust. Inst. Agric. Soc., 35, 38-49.
- (30) MARSCHNER, H. (1971). Why can sodium replace potassium in plants? Proc. 8th. Coll. Int. Potash Inst. 50-63. International Potash Institute. Berna.
- (31) MARTIN, W. E. y MATOCHA, J. E. (1973). Plant analysis as an aid in the fertilization of forage crops. En Soil Testing and Plant Analysis (Ed. Walsh, L. M. y Beaton, J. D.), 24, 393-426. Soil Sci. Soc. of America, Inc. Wisconsin.
- (32) METHODES DE REFERENCE POUR LA DETERMINATION DES ELEMENTS MINERAUX DANS

- LES VEGETAUX. (1968). Control de la alimentación de las plantas cultivadas. II Coloquio Europeo y Mediterráneo, 103-122, Sevilla (Pinta, M. y col.).
- (33) METHODES DE REFERENCE POUR LA DETERMINATION DES ELEMENTS MINERAUX DANS LES VEGETAUX. (1973). Ueagineaux, 2, 87-92 (presentado por Pinta, M.).
- (34) MURILLO CARPIO, J. M. (1976). Características Salinas de Diversas Áreas de la Marisma del Guadalquivir y su Relación con las Comunidades Vegetales que las Pueblan. Tesis doctoral, Universidad de Sevilla.
- (35) PERIGAUD, S. (1970). Les carences en oligo-éléments chez les ruminants en France. Leur diagnostic. Les problèmes soulevés par l'intensification fourragère. Ann. Agron., 21 (5), 635-669.
- (36) PIGOTT, C. D. (1969). Influence of mineral nutrition on the zonation of flowering plants in coastal salt-marshes. Ecological Aspects of the Mineral Nutrition of Plants. British Ecol. Soc. Sympos., 9, 345-355.
- (37) RAVIKOVITCH, S. y YOLES, D. (1971). The influence of phosphorus and nitrogen on millet and clover growing in soils affected by salinity. I. Plant development. Plant and Soil., 35, 555-567.
- (38) RAVIKOVITCH, S. y YOLES, D. (1971). The influence of phosphorus and nitrogen on millet and clover growing in soils affected by salinity. II. Plant composition. Plant and Soil., 35, 569-588.
- (39) REISENAUER, H. M., WALSH, L. M. y HOEFT, R. G. (1973). Testing soils for su phur, boron, molybdenum, and ch. orine. En Soil Testing and Plant Analysis. (Ed. Walsh, L. M. y Beaton, J. D.), 12, 173-200. Soil Sci. Soc. of America, Inc. Wisconsin.
- (40) RICHARDS, L. A. (Ed.) (1954). Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agriculture Handbook, núm. 60. U. S. Dept. Agr. Riverside, California.
- (41) SHIMOSE, N. (1968). Physiology of salt injury in crops. VIII. Salt tolerance of corn, lucern, and italian ryegrass. J. Sci. Soil and Manure, 39, 554-557.
- (42) STROGONOV, B. P. (1964). Physiological Basis of Salt Tolerance of Plants (As Affected by Various Types of Salinity). Israel Program for Scientific Translations. 163-201, Jerusalem.
- (43) UNGAR, I. A. y HOGAN, W. C. (1970). Seed germination in *Iva annua* L. Ecology. Vol. 51, 1, 150-154.
- (44) UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA. AGRICULTURAL EXTENSION SERVICE. (1969). Report of Soil Analysis. Agr. Ext. Lab. Univ. of Calif., Davis, Calif. MF-2b. (Citado por Reisenauer y col. (39)).
- (45) VIETS, F. G. y LINDSAY, W. L. (1973). Testing soils for zinc, copper, manganese, and iron. En Soil Testing and Plant Analysis (Ed. Walsh, L. M. y Beaton, J. D.), 11, 153-172. Soil Sci. Soc. of America, Inc. Wisconsin.
- (46) WASEL, Y. y ESHEL, A. (1971). Localization of ions in the mesophyll cells of the succulent halophyte *Suaeda monoica* Forssk. by X-ray microanalysis. Experimentia, 27, 230-232.
- (47) WASEL, Y. (1972). Biology of Halophytes. Physiological Ecology. Acad. Press. New York, London.
- (48) WEAR, J. I. y PATTERSON, R. M. (1962). Effect of soil pH, and texture on the availability of water-soluble boron in the soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 26, 344-346.

Recibido para publicación; 11-X-77