

## RECURSOS FITOGENETICOS PARA ZONAS SALINAS : LEGUMINOSAS DE LAS MARISMAS DEL GUADALQUIVIR

T: MARAÑON, L.V. GARCIA, J.M. MURILLO y L. CLEMENTE

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, C.S.I.C.,  
Ap.1052, Sevilla 41080

### INTRODUCCION

El proceso de salinización progresiva de los suelos representa un problema acuciante en las zonas semiáridas, agravado por la explotación abusiva de los acuíferos y la alta evapotranspiración. La producción vegetal en suelos salinos exige el empleo de técnicas para el drenaje y lavado de los suelos, complementadas con la obtención de biotipos vegetales tolerantes a la salinidad. Las modernas técnicas biotecnológicas (ingeniería genética) posibilitan la producción rápida de nuevos biotipos tolerantes, pero requieren :1) conocer en detalle los mecanismos de tolerancia salina y su control génico, 2) disponer de un banco genético apropiado.

La importancia creciente de los recursos fitogenéticos ha impulsado su estudio y conservación en bancos de germoplasma y reservas. En este sentido, las Marismas del Guadalquivir han sido incluidas en la red europea de reservas biogenéticas, con objeto de conservar sus importantes recursos fitogenéticos tolerantes a la salinidad (Dikjema, 1987; Marañón *et al.*, 1988).

En esta comunicación se describen las Marismas del Guadalquivir (en adelante referidas abreviadamente como "las Marismas"), como escenario ecológico donde han sido seleccionados naturalmente determinados biotipos de plantas tolerantes a la salinidad. Se presentan los datos disponibles sobre la biología de algunas especies leguminosas consideradas de interés y se sugieren futuras líneas de investigación.

### ECOSISTEMA MARISMA DEL GUADALQUIVIR

La mayor parte de las Marismas del Guadalquivir ha sufrido una profunda transformación durante los últimos 50 años, para su explotación agrícola. En la actualidad queda una extensión de unas 30.000 Ha (20% del total), la mayoría (salvo algunos enclaves aislados en la zona norte) incluidas en el Parque Nacional de Doñana (PND), donde se conserva su diversidad biológica y la complejidad de sus interacciones.

El clima general de la zona es seco-subhúmedo, con una precipitación anual media de 600 mm y una temperatura anual media de 18 °C. La evapotranspiración potencial (ETP) se estima en 800-1100 mm/año, mientras que la real (ETR) alcanza los 450-500 mm/año.

Tabla 1. Principales tipos de suelos de la Marisma y su relación con la topografía, salinidad superficial y comunidades vegetales (García Fernández, en prep.)

Suelo (clas. USDA, 1985)	Topografía	Conductividad (mS/cm)	Asociación vegetal (Rivas Martínez et al., 1980)
Aquic Xerochepts	Elevaciones (vetas y paciles)	5,7 - 22,8	Hainardio-Lophochloetum hispidae
Salorthidic Fluvaquents	Zonas de transición	33,3 - 77,0	Arthrocnemum-Juncetum subulati
Vertic Fluvaquents	Áreas de influencia fluvial	26,0	Cistanchio-Arthrocnemum fruticosi
Aquolic Salorthids	Depresiones (con vegetación helófitas)	17,2 - 88,1	Scirpetum compacto-littoralis
Typic Salorthids	Depresiones (sin vegetación)	102,0 - 196,0	

Tabla 2. Características físicas y químicas de suelos de las Marismas. Media y coeficiente de variación (CV) de 39 perfiles (horizonte superficial) (García Fernández, en prep.)

	Limo (%)	Arcilla (%)	pF 2.4	pF 4.2	Na (meq/l)	K (meq/l)	Ca (meq/l)	Mg (meq/l)	Cl (meq/l)	SO <sub>4</sub> (meq/l)	N (%)	P (ppm)
Media	51.7	46.8	40.6	23.0	395.3	5.2	56.5	90.8	479.9	63.8	0.17	5.22
CV	0.33	0.34	0.21	0.29	0.72	0.74	0.66	0.83	0.76	0.60	1.44	0.44

Tabla 3. Variación espacio-temporal de algunos parámetros hidrosalinos en suelos de las Marismas, considerando dos profundidades: (1) 0-10 cm. y (2) 50-60 cm. (PNF= profundidad del nivel freático, PM= potencial matricial, PO= potencial osmótico y Eh= potencial redox).

Perfil	Elevación PNF (m.s.n.m.) (cm)	Epoca seca (Oct. 1985)						Epoca húmeda (Abr. 1987)					
		PM (MPa)	PO (MPa)	PNF (cm)	PM (MPa)	PO (MPa)	PNF (cm)	PM (MPa)	PO (MPa)	Eh (mV)			
LB2	(1)	-100	-6.7	-83	(1)	-24.3	-0.7			+411			
	(2)	-0.9	-4.4		(2)	-0.06	-4.2						
LB4	(1)	-100	-28.8	-61	(1)	-9.7	-2.2			+324			
	(2)	-0.5	-7.0		(2)	-0.03	-6.4						
LB6	(1)	-100	-28.8	+9	(1)	-0.00	-1.1			-9			
	(2)	-0.08	-7.1		(2)	-0.00	-6.2						
LB7	(1)	-15.0	-15.0	+36	(1)	-0.00	-1.5			-43			
	(2)	-0.05	-6.1		(2)	-0.00	-6.2						

El sustrato está constituido por sedimentos arcillo-limosos depositados por el Guadalquivir, durante el Holoceno reciente, en un ambiente salino o salobre. Estos depósitos colmataron el antiguo estuario hasta formar las actuales marismas, hoy independientes casi por completo de la acción fluvio-marina.

Debido a su extrema horizontalidad (cotas de 0.3 a 3 m. y pendiente media menor del 0,1%), los pequeños desniveles, del orden de decímetros, determinan grandes variaciones en el régimen hídrico, en la salinidad de los suelos y en consecuencia en la cobertura vegetal (Tabla 1).

Los suelos son en general poco evolucionados (perfil AC), pesados, calcáreos y salino-alcálinos. La composición de los extractos de saturación refleja en parte la del agua marina, con predominio de cloruro y sodio, y cantidades apreciables de magnesio, calcio y sulfatos (Tabla 2).

Los parámetros hidrosalinos de estos suelos presentan acusadas variaciones estacionales (Tabla 3) que condicionan el ciclo biológico de las plantas.

En resumen, se pueden distinguir tres factores del medio físico que condicionan primordialmente la distribución y abundancia de las plantas: 1) la variación espacio-temporal del nivel de agua, en el gradiente inundación-sequía, 2) el contenido en sales, especialmente cloruro sódico, tanto en en el agua libre como en la solución del suelo, y 3) la textura del suelo (VVAA, 1977).

Los grandes herbívoros (gamos, ciervos) y las aves acuáticas (gansos, patos), que constituyen la atracción principal del Parque Nacional de Doñana, dependen en gran medida de la productividad primaria de la Marisma, ya sea en forma de pasto, rizomas o semillas. A su vez estos animales ejercen una intensa presión selectiva sobre las plantas y en caso extremo de sobrepastoreo pueden incluso exterminar las especies más palatables. Otro efecto importante es la dispersión de las semillas, bien sea con los excrementos o pegadas externamente con el fango.

#### LEGUMINOSAS TOLERANTES A LA SALINIDAD

Entre los recursos fitogenéticos de la Marisma merecen especial mención las leguminosas, por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico y por su alto valor nutritivo.

Valdés et al. (1987) citan 67 especies de leguminosas herbáceas en la Marisma, entre las que se pueden destacar por su productividad y tolerancia salina las siguientes (se han marcado con asterisco las citadas en Le Houerou, 1986):

<u>Lotus arenarius</u>	<u>Medicago ciliaris</u> (*)
<u>Scorpiurus muricatus</u>	<u>Medicago littoralis</u>
<u>Trifolium isthmocarpum</u>	<u>Medicago polymorpha</u> (*)
<u>Trifolium resupinatum</u> (*)	<u>Medicago minima</u>
<u>Trifolium tomentosum</u>	<u>Melilotus indica</u> (*)
<u>Trifolium squamosum</u>	<u>Melilotus segetalis</u>
<u>Trifolium fragiferum</u> (*)	<u>Melilotus messanensis</u>

Actualmente sólo se dispone de un conocimiento parcial de la biología de algunas de estas plantas, que nos permita evaluar su potencialidad como recurso fitogenético tolerante a la salinidad. Destacamos tres aspectos relevantes: 1) germinación, 2) relaciones iónicas y 3) valor nutritivo.

1. Germinación. En los ensayos de germinación de tres especies de Melilotus se ha encontrado una tolerancia creciente a la salinidad: M. indica, M. segetalis y M. messanensis (Fig. 1), con evidencias de una posible diferenciación hacia mayor tolerancia en las poblaciones que viven en medios altamente salinos (Marañón et al., en prep.)

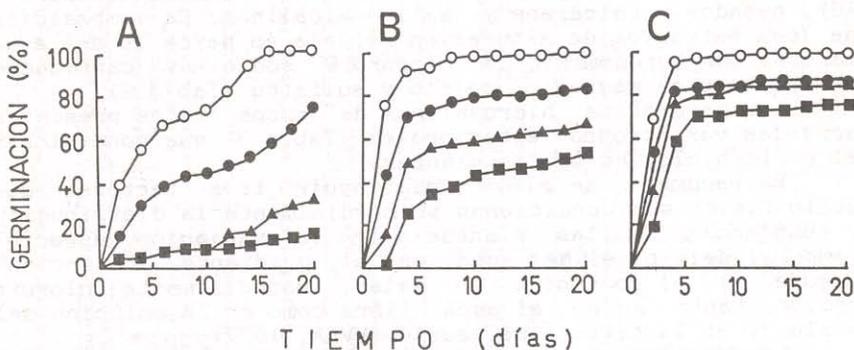


Fig. 1. Porcentaje acumulado de germinación a diferentes concentraciones de cloruro sódico: (○) control, (●) 10 mM, (▲) 50 mM, (■) 100 mM, en (A) Melilotus indica, (B) M. segetalis y (C) M. messanensis.

2. Relaciones iónicas. Las plantas que, como las leguminosas, deben evitar concentraciones salinas elevadas en su interior, han de asegurarse una absorción adecuada de nutrientes básicos en un medio fuertemente desequilibrado por sodio, cloruros u otros iones, como el de las Marismas del Guadalquivir.

La absorción selectiva del potasio frente al sodio ( $S_{KNa}$ ) refleja un mecanismo fisiológico de tolerancia salina. Así, en las plantas acumuladoras de sales, como Suaeda vera y Sarcocornia perennis, presenta valores muy bajos (entre 3 y 6 en la parte aérea, Murillo et al., 1987), mientras que en algunas leguminosas examinadas (Tabla 4) los valores son muy superiores (entre 61 y 115). De las tres especies de leguminosas de la tabla 4, Melilotus segetalis presenta la máxima absorción selectiva, así como el contenido más bajo en sodio, lo que parece indicar que está mejor adaptada a la toma de potasio frente a sodio. Se trata de un aspecto que debe ser estudiado con mayor detalle en condiciones controladas.

Según se ha indicado, el desequilibrio iónico del medio parece afectar a otros nutrientes básicos para la planta (nitrógeno y fósforo, por ejemplo), así como a los

micronutrientes. La fijación simbiótica de nitrógeno asegura en gran medida la nutrición nitrogenada en el caso de las leguminosas, aunque sería interesante investigar en un futuro el efecto de la salinidad del medio sobre la fijación del nitrógeno en las leguminosas de las Marismas. De las especies examinadas, Melilotus segetalis presenta un mayor contenido en nitrógeno, sin embargo, no existen diferencias significativas entre los contenidos de fósforo (Tabla 4).

Tabla 4. Valores medios de diversos elementos, fracciones orgánicas y absorción selectiva de potasio frente a sodio ( $S_{KNa}$ ) en ecotipos espontáneos de leguminosas de la Marisma del Guadalquivir (fase del comienzo de la fructificación) (Murillo *et al.*, 1986).

	N (%)	P (%)	Na (%)	DMS (%)	Fe (ppm)	$S_{KNa}$
<u>Trifolium resupinatum</u>	2,72	0,20	1,24	70,1	290	61
<u>Medicago polymorpha</u>	2,63	0,26	1,05	69,5	297	76
<u>Melilotus segetalis</u>	3,22	0,22	0,77	69,1	214	115

La toma de micronutrientes no parece verse muy afectada por la presencia de sales, en el caso de estas especies, como se puede comprobar con los valores de hierro, relativamente altos, de la tabla 4 (resultados similares presentan otros micronutrientes, ver Murillo *et al.*, 1986).

3. Valor nutritivo. Es imposible considerar en esta breve comunicación todos los aspectos que determinan la calidad de un pasto o de una especie (ecotipo) en particular. Ulyatt (1973) distingue entre criterios básicos y especiales, y entre los primeros especifica necesidades mínimas (sales minerales, nitrógeno) y máximas (digestibilidad, proteínas). Ya se han discutido los valores de nitrógeno y sales minerales en el apartado anterior, en cuanto a las "necesidades máximas" se han representado en la tabla 4 los valores de digestibilidad de la materia seca (DMS), muy aceptables en las especies examinadas.

Habría que examinar una serie de criterios de los denominados "especiales", que dependen ya de condiciones más particulares del medio o de ecotipos en particular. Por ejemplo, la presencia de cumarinas en Melilotus, o las isoflavonas estrógenas, en estas leguminosas tolerantes a la salinidad.

## CONCLUSIONES

En las Marismas del Guadalquivir se encuentran poblaciones de leguminosas, seleccionadas naturalmente, que son capaces de tolerar niveles moderados de salinidad, lo cual unido a su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico y a

su alto valor nutritivo las convierte en unos recursos fitogenéticos valiosos para esta y otras zonas salinas.

Sin embargo, apenas se conoce en detalle la biología de estas plantas, por lo que proponemos algunas de las líneas de investigación que consideramos más interesantes:

1) Caracterización de los ecotipos "marismefios" de las especies de leguminosas de mayor interés potencial (se ha sugerido una lista de 14 especies). Para ello se estudiará: a) germinación y salinidad, b) relaciones iónicas y c) valor nutritivo.

2) Mecanismos de tolerancia salina, a nivel celular y molecular, y su control genético.

3) Métodos de propagación (semillas inoculadas)

4) Interacciones medio-planta-herbívoros en la Marisma, que nos permitan evaluar la situación actual y futura de estos recursos y su utilización óptima

#### BIBLIOGRAFIA

Dijkema, K.S. 1987. Selection of salt-marsh sites for the European network of biogenetic reserves. RIN-report 87/9. Research Institute for Nature Management, Texel. 29 págs.

García Fernández, L.V. (en prep.). Tesis Doctoral

Le Houerou, H.N. 1986. Salt tolerant plants of economic value in the Mediterranean Basin. Reclamation and Revegetation Research, 5, 319-341.

Marañón, T., L.V. García, J.M. Murillo y L. Clemente. 1988. Las Marismas del Guadalquivir, reserva biogenética de plantas tolerantes a la salinidad. En: Salinización de aguas y suelos. Junta de Andalucía (en prensa)

Murillo, J.M., F. Moreno, M. Barroso y J.M. Hernández. 1986. Native pastures of the Guadalquivir river marshes: a worthwhile natural resource. Oecol. Applic., 7: 299-312.

Murillo, J.M., M. Barroso, C. Mazuelos y R. Sarmiento. 1987. Nutritional and fertiliser values of Suaeda vera J.F. Gmelin. J. Sci. Food Agric., 41: 115-122.

Rivas Martínez, S., M. Costa, S. Castroviejo y E. Valdés. 1980. Vegetación de Doñana (Huelva, España). Lazaroa, 2: 5-189.

Ulyatt, M.J. 1973. The feeding value of herbage. En: G.W. Butler y R.W. Bailey (eds.), Chemistry and Biochemistry of Herbage. Academic Press, Londres. Vol. 3, págs. 131-178.

USDA. 1985. Keys to soil taxonomy. SMSS Technical Monograph No. 6. 244 págs.

Valdés, B., S. Talavera y E. Fernández Galiano. 1987. Flora Vascular de Andalucía Occidental. 3 Vols. Ketres. Barcelona. 1680 págs.

VV.AA. 1977. Doñana. Prospección e inventario de ecosistemas. ICONA. Madrid. 244 págs.