

Monitorización de la flora y vegetación de las zonas húmedas en el Baixo Vouga Lagunar (Ría de Aveiro, Portugal)

M. Almagro Bonmatí, B. Garrido Martín¹, L. Lopes, R. Pinho², J. Keizer³

(1) Instituto do Ambiente e Desenvolvimento (IDAD), Campus Universitario de Santiago, Aveiro, Portugal.

(2) Herbario del Departamento de Biología de la Universidad de Aveiro, Campus Universitario de Santiago, Aveiro, Portugal.

(3) Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, Campus Universitario de Santiago, Aveiro, Portugal.

➤ Recibido el 28 de noviembre de 2005, aceptado el 16 de enero de 2006.

El carácter transicional de la Ría de Aveiro le confiere una riqueza florística singular, integrando comunidades vegetales típicas de las regiones Eurosiberiana y Mediterránea. La implantación del Proyecto Desenvolvimento Agrícola do Vouga (PDAV) va a provocar una modificación de las tasas de encharcamiento y una reducción gradual de la salinidad, factores ecológicos determinantes para muchas de las comunidades halófilas y helofíticas. El presente trabajo pretende contribuir a un mejor conocimiento de la tipología de la vegetación local, que sirva como base para desarrollar un programa de monitorización adecuado que detecte las alteraciones en los patrones espacio-temporales de la vegetación de los sistemas húmedos. Teniendo como objetivo seleccionar los puntos de muestreo donde instalar las parcelas permanentes de monitorización, se realizó una caracterización de la flora y la vegetación a través de trece transectos utilizando una aproximación simplificada al método de Braun-Blanquet. Una vez identificados los tipos de vegetación - en función de su composición florística, corología y ecología - fueron seleccionados al azar inventarios representativos de cada tipo, en los que han sido instaladas dichas parcelas.

Palabras clave: Zonas húmedas, dique, parcelas permanentes, Braun-Blanquet, TWINSpan, distribución espacio-temporal.

Monitoring the salt marsh vegetation and flora of the Baixo Vouga Lagunar (Ria of Aveiro, Portugal). The transitional biogeographic character of the Ria de Aveiro lagoon area confers it a singular floristic richness, integrating plant communities typical for the Eurosiberian as well as Mediterranean Region. The implementation of the Agricultural Development Plan of the Lower Vouga area (PDAV) in the near future is expected to result in noticeable changes in the tidal submersion regime and a gradual reduction of salinity levels, which are determining ecological factors for many of the halophytic and helophytic plant communities. The present work pretends to contribute to a better knowledge of the local vegetation types and, thereby, to the implementation of an adequate monitoring programme for detecting changes in the spatio-temporal vegetation patterns of the wetlands. With the objective to select the locations for the installation of permanent quadrats, the vegetation of the wetlands was described along 13 transects using a simplified Braun-Blanquet approach. A total of 24 local vegetation types were recognised, 23 of which were selected for the current monitoring programme.

Key words: Wetlands, dike, permanent plots, Braun-Blanquet, TWINSpan, spatio-temporal patterns.

Introducción

El Baixo Vouga Lagunar se sitúa en la zona Centro Litoral de Portugal en la desembocadura del río Vouga. Clasificado como ZEPA (Zona de Especial Protección para las Aves) de la Ría de Aveiro según la Directiva Aves (79/409/CEE), resulta necesario contribuir a la conservación de las comunidades vegetales, puesto que presentan condiciones favorables de abrigo, nidificación y alimentación para la avifauna (Leão, 2003).

Tratándose de un área tradicionalmente agrícola - arrozales, maizales y pastizales son sus principales usos - está siendo víctima de un abandono cada vez más acusado debido a la salinización paulatina del suelo. Es por esta razón que el Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulica (IDRHa) está llevando a cabo el Proyecto Desenvolvimento Agrícola do Vouga (PDAV). Entre 1995 y 1999 fue construido un dique para evitar la entrada de agua salina y contaminada procedente de la Ría de Aveiro

durante los periodos de mareas vivas, así como para permitir el almacenamiento de agua para riego en la estación seca y la infiltración de agua de drenaje en la época de lluvias. Una vez concluidas las obras y durante los tres años sucesivos se llevó a cabo un programa de monitorización del suelo y la vegetación con la finalidad de evaluar los efectos de la construcción del dique sobre el sistema suelo-planta (IHERA 2000, 2001 y 2003). En 1995 el Instituto da Conservação da Natureza (ICN), considerando que Portugal estaba incumpliendo las Directivas Aves (79/409/CEE), Hábitats (92/43/CEE) y de Evaluación de Impacto Ambiental (337/85/CEE), presentó una queja ante la Comisión Europea que resolvió someter el proyecto a un nuevo Estudio de Impacto Ambiental. La Declaración de Impacto Ambiental positiva impuso como condición realizar varios programas de monitorización (flora, fauna y calidad del agua). Éstos comenzaron en junio de 2004 y se prolongarán hasta la primavera de 2007, fecha para la que está prevista la reanudación del proyecto PDAV, que incluye: construcción de un nuevo dique, obras de refuerzo y mejora del antiguo, sistemas primarios de drenaje, así como infraestructuras secundarias viarias, de riego y drenaje, lo que implicará una reestructuración parcelaria (Andresen *et al.*, 2001). Una vez finalizadas las obras y durante los tres años posteriores se volverán a ejecutar dichos programas.

La implantación del proyecto PDAV va a originar, previsiblemente, alteraciones en las comunidades vegetales actualmente existentes, sobre todo en la zona adyacente al sistema de defensa contra mareas, provocando una modificación de las tasas de encharcamiento y una reducción gradual de la salinidad, factores ecológicos determinantes para muchas de las especies de las zonas húmedas (Gallego Fernández y García Novo, 2002), incluidas en algunos de los hábitats contemplados en la Directiva 92/43/CEE.

La vegetación de marisma está muy bien documentada en la Península Ibérica (Bolòs, 1967; Rivas-Martínez y Costa, 1984; Izco *et al.*, 1992; Molina *et al.*, 2003). En Galicia no faltan estudios de este tipo de vegetación (Alvarez y González, 1983 y 1984; Castroviejo, 1975; SanLeón *et al.*, 1999), pero la información es escasa en lo que se refiere a las costas portuguesas, existiendo algunos trabajos publicados en áreas de transición (Costa *et al.*, 1999; Honrado *et al.*, 2002).

El presente trabajo pretende contribuir a un mejor conocimiento de la tipología de la vegetación local, que sirva como base para desarrollar un programa de monitorización adecuado que detecte las alteraciones en los patrones espacio-temporales de la vegetación de los sistemas húmedos, concretamente sobre las comunidades halófilas y helofíticas, llevando a cabo un seguimiento de la composición florística de determinados tipos. Teniendo como objetivo seleccionar los puntos de muestreo donde instalar las parcelas permanentes de monitorización, se realizó una caracterización de la flora y la vegetación a través de trece transectos distribuidos en cuatro zonas previamente definidas y orientados según el gradiente de salinidad e inundación. Una vez identificados los tipos de vegetación – en función de su composición florística, corología y ecología – fueron seleccionados al azar inventarios representativos de cada tipo, en los que han sido instaladas dichas parcelas.

Área de estudio

El clima posee fuerte influencia atlántica. La temperatura media anual es de 14,6 °C. La temperatura máxima diaria en verano inusualmente sobrepasa los 25 °C y en invierno rara vez se registran valores negativos. La precipitación media anual ronda los 1.000 mm y transcurre principalmente entre octubre y marzo, periodo responsable del 77% de la precipitación anual. Debido a su proximidad al mar y a la Ría de Aveiro los valores de humedad relativa son muy elevados durante todo el año, con un 80% de humedad relativa media y poca variación durante el día (Leão, 2003). Desde el punto de vista geológico se localiza en la cuenca sedimentar de Aveiro, donde afloran principalmente formaciones del Cuaternario depositadas sobre un sustrato de esquistos arcillosos anteriores al Ordovícico.

Pertenece a la cuenca hidrográfica del río Vouga, surcada por los ríos Vouga, Antuã, Fontão y Jardim, que junto con los esteros constituyen el sistema principal de drenaje. Las condiciones naturales del Baixo Vouga Lagunar - planitud del terreno, zona de convergencia y descarga de varios cauces, dificultades de infiltración como consecuencia del efecto de las mareas sobre la ría - explican su susceptibilidad a inundaciones y a los problemas de drenaje, presentando una gran superficie sujeta a encharcamientos permanentes o prolongados (Andresen *et al.*, 2001).

Los suelos, aluvisoles modernos en su mayoría, están sujetos a hidromorfismo intenso y en algunos casos a halomorfismo (Rogado y Perdigo, 1986). Aunque inicialmente se haya incluido el piso bioclimático termocolino perteneciente a la región Eurosiberiana, cuando se estiman los índices de mediterraneidad propuestos por Rivas-Martínez *et al.*, (1987) para discriminar territorios fronterizos entre regiones (Im_1 : 12,84; Im_2 : 8,96; Im_3 : 5,68), se considera su inclusión en la región Mediterránea: termotipo mesomediterráneo y ombrotipo entre húmedo y sub-húmedo; aunque sin olvidar la influencia del atlántico.

Biogeográficamente el carácter transicional de la Ría de Aveiro ha sido manifestado por diversos autores. En la división corológica de Gehú & Rivas-Martínez (1983) para la vegetación litoral europea, la subzona cántabro-atlántica abarca las costas británicas meridionales, las francesas atlánticas y las ibéricas hasta Lisboa. Sin embargo, Rivas-Martínez *et al.*, (1987) sitúa el límite de la región Eurosiberiana en la Ría de Aveiro. Según Costa *et al.* (1998) ésta pertenece al superdistrito Costero Portugués, ya en la región Mediterránea, que comprende la franja costera desde Sintra (cerca de Lisboa) hasta Aveiro, donde se encuentra la provincia Cántabro-Atlántica, constituyendo una unidad biogeográfica de transición entre ambas

regiones. Rivas-Martínez (en prensa) en su nueva propuesta para la vegetación de España y Portugal incluye las llanuras arenosas desde el Cabo Mondego hasta Oporto en el distrito Beirense Litoral de la región Mediterránea (**Fig. 1**).

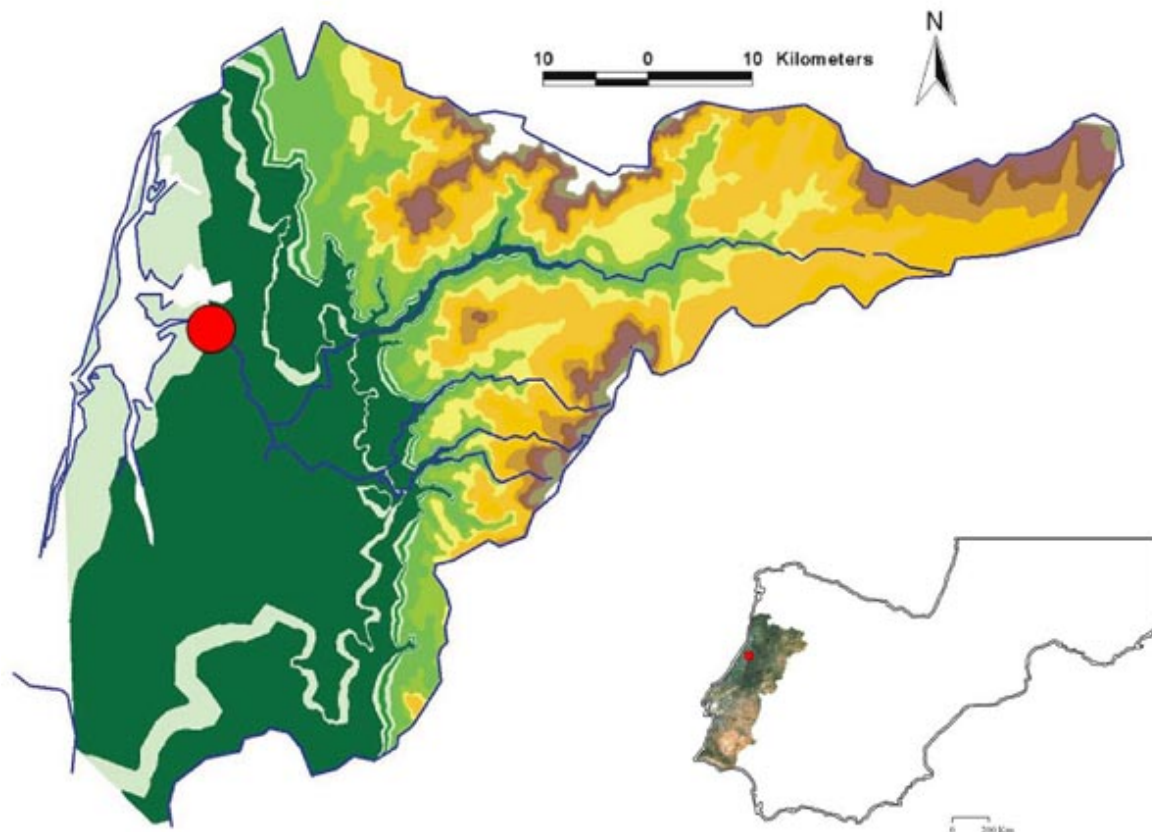


Figura 1. Localización del área de estudio.

Material y métodos

Para la localización de los transectos fueron definidas cuatro zonas de muestreo considerando las diferentes fases de construcción del dique: a) banda exterior contigua al dique (transectos 4, 6, 8 y 10), sometida a dos inundaciones diarias por acción del flujo marea, donde se encuentran las comunidades más halófilas; b) banda interior contigua al dique (transectos 3, 5, 7 y 9), donde el flujo marea se encuentra restringido; c) zona en que la entrada de agua salada es cada vez más acusada y ha invadido los campos de cultivo, permanentemente inundados y colonizados por especies halófilas (transectos 1 y 2); y d) zona en que la entrada de agua salada comienza a apreciarse, colonizada por comunidades de aguas salobres (transectos 11, 12 y 13). De modo que se podrá evaluar la situación de referencia, registrar las alteraciones sobre la vegetación y comparar con base estadística la situación actual vs. situación post- dique (**Fig. 2**).

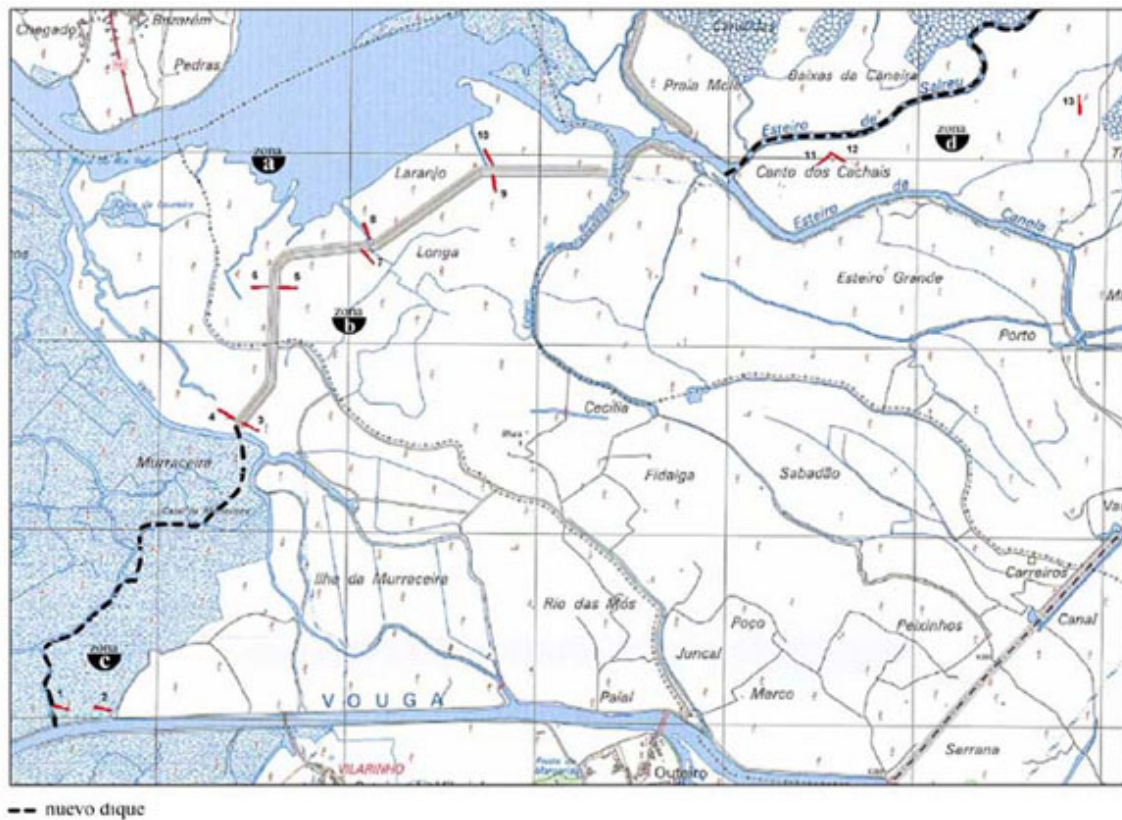


Figura 2. Zona del área de estudio y localización de los transectos.

Previo examen de trabajos sobre los tipos de vegetación de los humedales salinos, se observó la conveniencia de concentrar la atención exclusivamente en las especies vivaces, no siendo necesario que el muestreo abarcara el periodo primaveral, óptimo para los terófitos.

En el periodo comprendido entre septiembre de 2004 y febrero de 2005 se ha realizado una caracterización general del estado actual de la vegetación a través de un total de 520 inventarios florísticos (2,5 x 2,5 m), distribuidos de forma continua a lo largo de los 13 transectos de 100 m de longitud. Cada inventario consta de una lista exhaustiva de especies con un índice de abundancia-dominancia asociado procedente de una versión simplificada de la escala de Braun-Blanquet (1979) (1 = 1 - 25 %, 2 = 26 - 50 %, 3 = 51 - 75 %, 4 = 76 - 100 %); además de la cobertura total (%) y altura media de la vegetación (cm). La nomenclatura de las plantas vasculares ha seguido a Castroviejo *et al.* (1990, 1999 y 2001), Tutin *et al.* (1980), Franco (1971 y 1984) o Franco y Afonso (1994, 1998 y 2003).

Las comunidades vegetales han sido identificadas de acuerdo con nuestra experiencia profesional, los resultados de las clasificaciones numéricas y la bibliografía consultada. La nomenclatura de las unidades sintaxonómicas ha seguido a Izco *et al.* (1992), Izco y Sánchez (1996), Valle *et al.*, (2003) y Rivas-Martínez *et al.*, (2001 y 2002). El análisis de los datos se llevó a cabo en dos fases, excluyéndose previamente aquellos inventarios atravesados por zanjas. La primera fase comprendió una clasificación numérica utilizando el programa TWINSPLAN (Hill, 1979). A continuación los inventarios fueron ajustados manualmente según criterios fisonómicos (tipos de dominancia) y ecológicos (principalmente tolerancia a la sal). El tipo dominado por *Tamarix africana* fue excluido por considerarse una unidad con elevado grado de intervención.

Resultados y discusión

El área de estudio muestra una gran variabilidad de tipos de vegetación, incluyendo comunidades halófilas, subhalófilas, helofíticas y acuáticas. En total, 24 tipos y 6 subtipos locales han sido reconocidos, incluyendo varias unidades de transición.

Distribución espacial de los tipos locales de vegetación

Analizando la distribución de los tipos de vegetación a lo largo de los transectos (**Fig. 3**) se observa una clara dominancia de los tipos más halófilos en aquellos situados en la banda externa contigua al dique (zona a). La comunidad más abundante corresponde a un matorral hiperhalófilo denso dominado por *Halimione portulacoides* (*H* en **Tabla 1**); seguida de un pastizal-

matorral hiperhalófilo (PS) caracterizado por *Puccinellia maritima*, *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis*, *Halimione portulacoides*, *Aster tripolium* subsp. *annonicus*, *Triglochin maritima* y *Triglochin striata*, que aparecen como dominantes o codominantes. Se trata en su mayoría de caméfitos suculentos e hidrófitos capaces de soportar periodos de encharcamiento prolongados y tasas de salinidad elevadas (Costa *et al.*, 1996). También se encuentra la variante más halófila de los juncuales halófilos (LJh), en la que codominan *Juncus maritimus* y *Halimione portulacoides* en el estrato superior junto a *Triglochin maritima* en el estrato inferior. Asimismo se reconocen los juncuales helofíticos de *Bolboschoenus maritimus*, aunque no poseen valores significativos de cobertura debido a que los inventarios fueron realizados en un periodo en que todavía no había rebrotado.



Tipos y subtipos	No	Dominante	Co-dominantes		
			1	2	3
	1	<i>Juncus maritimus</i>			
	2		<i>Juncus maritimus</i>	<i>Aster tripolium</i> subsp. <i>panonicus</i>	
	3		<i>Juncus maritimus</i>	<i>Halimione portulacoides</i>	(<i>Triglochin maritima</i>)
	4		<i>Juncus maritimus</i>	<i>Paspalum vaginatum</i>	
	4a		<i>Juncus maritimus</i>	<i>Paspalum vaginatum</i>	ruderales: <i>Atriplex patula</i> , <i>Cynodon dactylon</i>
	5	<i>Agrostis stolonifera</i>			
	6a		<i>Juncus maritimus</i>	<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Scorzonera fistulosa</i>
	6b		<i>Juncus maritimus</i>	<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Cynodon dactylon</i>
	6c		<i>Juncus maritimus</i>	<i>Agrostis stolonifera</i>	ruderales: <i>Atriplex patula</i> <i>Cynodon dactylon</i> <i>Conyza canadensis</i>
	7		<i>Juncus maritimus</i>	<i>Spartina versicolor</i>	
	8	<i>Spartina versicolor</i>			
	9	<i>Phragmites australis</i>			
	10		<i>Juncus maritimus</i>	<i>Phragmites australis</i>	
	11	<i>Halimione portulacoides</i>			
	12	<i>Puccinellia maritima</i>			
	13		<i>Halimione portulacoides</i>	<i>Puccinellia maritima</i>	
	14a	<i>Sarcocornia perennis</i>			
	14b	<i>Triglochin maritima/striata</i>			
	15		<i>Halimione portulacoides</i>	<i>Sarcocornia perennis</i> subsp. <i>perennis</i>	
	16		<i>Halimione portulacoides</i>	<i>Aster tripolium</i> subsp. <i>panonicus</i>	<i>Sarcocornia perennis</i> subsp. <i>perennis</i>
	17	<i>Paspalum vaginatum</i>			
	18		<i>Phragmites australis</i>	<i>Paspalum vaginatum</i>	
	19		<i>Spartina versicolor</i>	<i>Paspalum vaginatum</i>	
	20		<i>Paspalum vaginatum</i>	<i>Zostera noltii</i>	
	21		<i>Halimione portulacoides</i>	<i>Spartina versicolor</i>	
	22		<i>Halimione portulacoides</i>	<i>Bolboschoenus maritimus</i>	
	23		<i>Juncus maritimus</i>	<i>Bolboschoenus maritimus</i>	
	24	<i>Tamarix africana</i>			

Figura 3. Distribución de los tipos de vegetación a lo largo de los transectos.

Tabla 1. Tipos de vegetación vs. tipos sintaxonómicos.

Tipos y subtipos de vegetación	11	12,13,14a, 14b,15y16	22 y 23	1	2	3	4	4a	9	10	7	8	5	6	17, 18, 19 y 20														
	Matorrales hiperhalófilos (H)		Pastizales - matorrales hiperhalófilos (PS)		Junciales helofíticos (Bo)		Junciales halófilos (LJ)		Junciales halófilos (LJt)		Junciales halófilos (LJh)		Junciales halófilos (LJp)		Junciales halófilos (LJp)		Carrizales (Ph)		Junciales - carrizales (JP)		Juncal subhalófilos (SJ)		Gramales subhalófilos (SJs)		Gramales subhalófilos (JAJ)		Junciales subhalófilos (AJ)		Pastizales vivaces subhalófilas (Pa)
Tipos sintaxonómicos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	7	8	5	6	17, 18, 19 y 20														
No. Inventarios (relevés)	56	20	12	131	15	20	21	24	45	37	31	31																	
Especies características y diferencia	C.P. Dom.	C.P. Dom.	C.P. Dom.	C.P. Dom.	C.P. Dom.	C.P. Dom.	C.P. Dom.	C.P. Dom.	C.P. Dom.	C.P. Dom.	C.P. Dom.	C.P. Dom.	C.P. Dom.	C.P. Dom.	C.P. Dom.														
<i>Juncus maritimus</i>	III 1	III 1	5 2	V 3	V 1	V 2	V 2	IV 1	V 1	III 1	V 1	I 1																	
<i>Phragmites australis</i>	IV 1	III 1	7 1	III 1	V 1	III 1	III 1	V 3	II 1	III 1	II 1	V 1																	
<i>Aster tripolium</i> subsp. <i>pannonicus</i>	+ 1	III 1		+ 1	V 1	III 1	III 1	IV 1	I 1	+ 1	IV 1																		
<i>Halimione portulacoides</i>	V 4	V 1	7 1	I 1		V 1	r 1																						
<i>Paspalum vaginatum</i>				I 1			V 1	r 1			r 1				V 3														
<i>Spartina versicolor</i>	II 1	+ 1	1 1	r 1		I 1		I 1	V 1	V 3	I 1	+ 1			+ 1														
<i>Agrostis stolonifera</i>								r 1			V 2																		
<i>Salicornia ramosissima</i>		II 1					I 1			+ 1	+ 1																		
<i>Sarcocornia perennis</i> subsp. <i>perennis</i>	r 1	IV 1			r 1				III 1																				
<i>Triglochin maritima</i>	III 1	III 1				V 1		r 1																					
<i>Puccinellia maritima</i>	II 1	III 2				r 1																							
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	II 1	III 1	12 1			I 1			II 1						III 1														
<i>Atriplex patula</i>		+ 1		r 1	II 1		r 1			I 1	r 1	V 1			I 1														
<i>Triglochin striata</i>		+ 2																											
<i>Scorzonera fistulosa</i>												III 1																	
<i>Cynodon dactylon</i>				+ 1			II 1			+ 1		V 1																	
Compañeras																													
<i>Aster squamatus</i>				r 1			r 1		+ 1	I 1	r 1																		
<i>Cotula coronopifolia</i>				r 1	I 1		II 1		r 1		I 1																		
<i>Coryza canadensis</i>				II 1			II 1																						
<i>Holcus lanatus</i>		+ 1		I 1			II 1	r 1																					
<i>Cerastium glomeratum</i>				+ 1			II 1																						
<i>Zostera noltii</i>															II 1														
<i>Anagallis arvensis</i>				r 1			r 1																						
<i>Convolvulus arvensis</i>				r 1																									
<i>Daucus carota</i>				r 1			I 1																						
<i>Erigeron acer</i>				I 1			I 1																						
<i>Galactites tomentosa</i>							I 1																						
<i>Hypochoeris radicata</i>							I 1																						
<i>Limonium vulgare</i>				r 1	r 1																								
<i>Senecio lividus</i>				I 1			I 1		r 1																				
<i>Picris echioides</i>				r 1			I 1																						
<i>Plantago coronopus</i>				r 1			r 1																						
<i>Polygonum maritimum</i>				r 1			I 1																						
<i>Pseudognaphalium luteo-album</i>				r 1																									
<i>Ranunculus repens</i>				r 1																									
<i>Rumex bucephalophorus</i>							I 1																						
<i>Solanum dulcamara</i>										r 1																			
<i>Sonchus asper</i> cf.				r 1					+ 1			I 1																	
<i>Tamarix africana</i>	r 1						r 1		r 1																				
<i>Trifolium repens</i>				r 1																									
<i>Gaudinia fragilis</i>										+ 1	I 1																		

Sin embargo, donde el flujo mareal se encuentra restringido (zona *b*) estas comunidades están ausentes. Han sido reemplazadas por los junciales halófilos, que colonizan áreas que son esporádicamente alcanzadas por las mareas y se desarrollan sobre suelos moderadamente salinos (Costa *et al.*, 1996). Destaca el tipo *Juncus maritimus* dominante (LJ), que constituye una formación densa y constante a lo largo de estos transectos, a veces monoespecífica. Están presentes además los junciales halófilos con *Aster tripolium* subsp. *pannonicus* como codominante (LJt), que incluyen una serie de especies halófilas (*Sarcocornia perennis* subsp. *perennis*, *Triglochin maritima* y *Cotula coronopifolia*); así como la variante

más oligohalófila de éstos (*LJpr*), caracterizada por tener el sustrato inferior enriquecido con *Paspalum vaginatum* acompañado por diversas ruderales - *Aster squamatus*, *Conyza canadensis*, *Cynodon dactylon*, *Cerastium glomeratum*, *Hypochoeris radicata* y *Galactites tomentosa* - presentes únicamente en el transecto 9, debido probablemente a la presión ganadera. Observando los transectos 7 y 3 – principalmente - se aprecia un ligero gradiente de salinidad, encontrando las comunidades más helofíticas conforme nos alejamos del dique: los carrizales de *Phragmites australis* (*Ph*), que colonizan áreas de transición, donde el agua dulce predomina en relación a la salada (IHERA 2000), y los carrizales- juncales (*JP*), que representan la transición entre los juncales halófilos y los carrizales.

En la zona *c* cobran importancia los juncales subhalófilos (*SJ*) codominados por *Juncus maritimus* y *Spartina versicolor*. Son juncales vivaces densos de talla media que se desarrollan sobre suelos moderadamente salinos con fenómenos de hidromorfía (Molina *et al.*, 2001). Igualmente destacables son los gramales subhalófilos (*SJs*) dominados por la gramínea vivaz *Spartina versicolor*, que aparecen en zonas apenas inundadas y en suelos con conductividades menores (Molina *et al.*, 2001). Normalmente constituyen una formación mono-específica. Es la primera vez que se registra en el Baixo Vouga Lagunar la presencia de esta gramínea, nativa de la región Mediterránea (Fabre, 1849; Tutin *et al.*, 1980; Van der Maarel, 1996) y protegida en Cataluña por el Decreto 328/1992; y sin embargo considerada invasora en la región Eurosiberiana (Gutiérrez García y Fernández Prieto, 2001). Asimismo tiene lugar la variante más oligohalófila de los juncales halófilos (*LJp*), caracterizada por tener el sustrato inferior enriquecido con *Paspalum vaginatum*, apareciendo en aquellos lugares donde el juncal se mantiene encharcado de forma habitual y el agua apenas llega a salobre (Izco *et al.*, 1992).

La zona *d* está colonizada por comunidades de aguas salobres como las praderas vivaces subhalófilas (*Pa*) dominadas por el neófito *Paspalum vaginatum*, formando un pastizal denso y de talla considerable. Con la gramínea son frecuentes otras especies como *Phragmites australis*, *Spartina versicolor* y *Zostera noltii* - indicadora de la entrada de agua salina - permitiendo diferenciar otros tipos. También tiene lugar el gramal mesohalófilo (*AJ₁*), graminal denso constituido por un conjunto de gramíneas perennes capaces de tolerar niveles bajos de salinidad - *Agrostis stolonifera* (dominante), *Cynodon dactylon*, *Spartina versicolor* - acompañadas de otras especies características de juncales y praderas húmedas - *Juncus maritimus*, *Scorzonera fistulosa* - y típicas de zonas húmedas degradadas algo salinas (*Atriplex patula*). Cuando se reducen los niveles de cobertura para *Agrostis stolonifera*, pasa a codominar con *Juncus maritimus*, *Scorzonera fistulosa* y/ o *Cynodon dactylon*, diferenciándose una nueva formación, el gramal – juncal mesohalófilo (*AJ₂*). La cercanía a la cola de la marisma les confiere condiciones propicias, en razón al embalsamiento del agua fluvial con la subida de las mareas (Izco *et al.*, 1992). La composición florística de ambas formaciones - *Aster tripolium* subsp. *pannonicus*, *Cotula coronopifolia* y *Atriplex patula* - manifiesta la entrada de agua salada en la zona. Los carrizales, gramales y juncales subhalófilos están también presentes, aunque en menor proporción.

Encuadramiento sintaxonómico de los tipos locales de vegetación

Los siguientes tipos sintaxonómicos fueron reconocidos a lo largo de los transectos (**Tabla 1**): *Halimionetum portulacoides* (1), *Puccinellio maritimae* - *Arthrocnemetum perennis* (2), *Limonio serotini*- *Juncetum maritimi* (4), *Limonio serotini*- *Juncetum maritimi* subas. *typicum* (5), *Limonio serotini*- *Juncetum maritimi* subas. *halimionetosum portulacoides* (6), *Limonio serotini*- *Juncetum maritimi* subas. *paspaletosum vaginati* (7), *Spartino*- *Juncetum maritimi* (9), *Spartino*- *Juncetum maritimi* subas. *spartinetosum* (10), *Agrosti stolonifera*- *Juncetum maritimi* (11), *Juncetum maritimi*- *Phragmitetum australis* (8), una potencial *Bolboschoenetum maritimi* (3) y manchas dominadas por *Paspalum vaginatum* (12).

Selección de las parcelas permanentes y primeros resultados

Se han seleccionado al azar dos inventarios florísticos de cada tipo de vegetación presente en cada transecto. Un total de 106 parcelas permanentes de monitorización (1x 1m) han sido instaladas con el objetivo de volver al mismo lugar en los diferentes periodos contemplados por el programa (abril-mayo y septiembre-diciembre de cada año). Cada parcela se subdivide en 100 subparcelas de 10 x 10 cm, en cada una de las cuales se registra la presencia- ausencia de cada especie, permitiendo un análisis más pormenorizado de los impactos de la construcción del dique sobre la composición florística.

El tamaño de las parcelas permanentes se considera suficiente para registrar la composición florística de las comunidades de las zonas húmedas (Roman *et al.*, 2001). Las curvas de especies de 20 parcelas escogidas al azar sugieren que dicho área es apropiada (en el 85% de los casos la curva se estabilizó). En la **Figura 4** se muestran tres ejemplos.

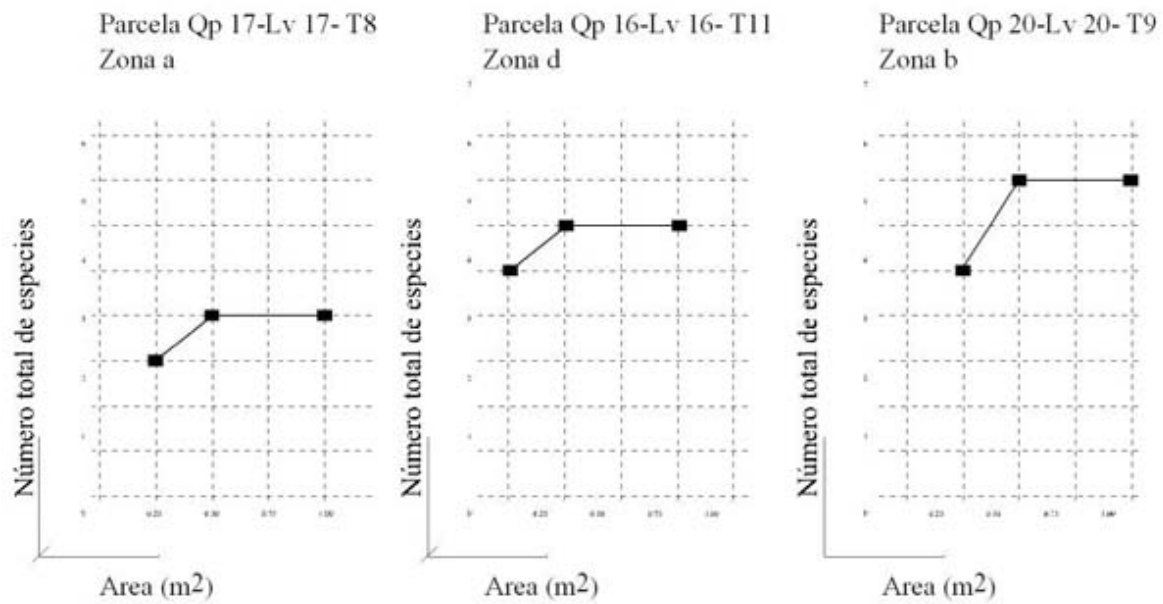


Figura 4. Curva de especies por área de tres parcelas situadas en las zonas a, b y d. Aunque la curva de especies fue calculada para 20 parcelas seleccionadas al azar, tan sólo se muestran tres de ellas como ejemplo.

Conclusiones

- El área de estudio muestra una gran variabilidad de tipos de vegetación, desde halófilos estrictos hasta helofíticos, incluyendo varias unidades de transición.
- Los tipos de vegetación diferenciados se encuadran bien en la sintaxonomía.
- El método de los transectos y el uso de la escala de Braun-Blanquet simplificada para caracterizar la vegetación supusieron una gran ventaja, permitiendo determinar de un modo eficaz y objetivo los puntos de muestreo dónde instalar las parcelas permanentes de monitorización.

Agradecimientos

Las recomendaciones de los revisores han servido de mucha ayuda para mejorar este artículo.

Referencias

- Alvarez, R. y González, E. 1983. Vegetación de estuarios gallegos. Miño. Ría de Ares (La Coruña). *Stud. Bot.* (Salamanca) 4: 49 – 56.
- Álvarez, R. y González, E. 1984. Vegetación de estuarios gallegos. Marisma de Marisma de Carnota. La Coruña. *Acta Ci. Compostelana* 21 (3 – 4): 215 – 230.
- Andresen, T. *et al.* 2001. *Estudo de Impacte Ambiental*. Projecto de Desenvolvemento Agrícola do Vouga. Bloco do Baixo Vouga Lagunar (Vol. I, II, III e Anexos). Departamento de Ambiente e Ordenamento. Universidade de Aveiro
- Bolòs, O. 1967. Comunidades vegetales de las comarcas próximas al litoral situadas entre los ríos Llobregat y Segura. En *Mem. Real Acad. Ciencias y Artes de Barcelona* 38, núm. 1. Barcelona.
- Braun-Blanquet, J. 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Herman Blume Edit.
- Castroviejo, S. 1975. La vegetación halófila costera del Suroccidente Gallego. *Doc. Phytosociol.* 9 – 14: 51 – 62.
- Castroviejo, S. *et al.* (Ed.). 1990. *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica, e Islas Baleares*. Vol. II (*Platanaceae - Plumbaginaceae*). Real Jardín Botánico. C.S.I.C. Madrid.

- Castroviejo, S. et al. (Ed.). 1999. *Flora Ibérica, Plantas vasculares de la Península Ibérica, e Islas Baleares*. Vol. VII (I); (*Leguminosae*). Real Jardín Botánico. C.S.I.C. Madrid.
- Castroviejo, S. et al. (Ed.). 2000. *Flora Ibérica, Plantas vasculares de la Península Ibérica, e Islas Baleares*. Vol. VII (II); (*Leguminosae*). Real Jardín Botánico. C.S.I.C. Madrid.
- Costa, J. C., Capelo, J., Espírito Santo, M. D., Lousã, M., Monteiro, A., Mesquita, S., Vasconcelos, M. T. y Moreira, I. 1999. Plant communities of the lagoons of the Portuguese Coastal Superdistrict – a multivariate approach. *Hydrobiologia* 415: 67 – 75.
<http://www.springerlink.com/media/e05d2179xm7rund8vcby/contributions/h/4/5/2/h452539u48312270.pdf>
- Costa, J. C., Aguiar, C., Capelo, J., Lousã y Neto, C. 1998. Biogeografía de Portugal continental. En *Querceta* 0: 5 – 56.
- Costa, J. C., Lousã, M. y Espírito-Santo, M. D. 1996. A vegetação do Parque Natural da Ria Formosa (Algarve, Portugal). En *Studia Botanica* 15: 69-157.
- Fabre, M. E. 1949. Description d'une nouvelle espèce de *Spartina*, abondante sur une portion du littoral méditerranéen. En *Ann. Sci.Nat. Bot. Paris* 3: 122 – 125.
- Franco, J. 1971. *Nova Flora de Portugal*. Vol. I (*Lycopodiaceae- Umbelliferae*). Sociedade Astória Lda. Lisboa.
- Franco, J. 1984. *Nova Flora de Portugal*. Vol. II (*Clethraceae – Compositae*). Sociedade Astória Lda. Lisboa.
- Franco, J. y Afonso, M. 1994. *Nova Flora de Portugal*. Vol.III, fascículo I (*Alismataceae – Iridaceae*). Escolar Editora. Lisboa.
- Franco, J. y Afonso, M. 1998. *Nova Flora de Portugal*. Vol.III, fascículo II (*Gramineae*). Escolar Editora. Lisboa.
- Franco, J. y Afonso, M. 2003. *Nova Flora de Portugal*. Vol. III, fascículo III. (*Juncaceae – Orchidaceae*). Escolar Editora. Lisboa.
- Gallego Fernández, J. B. y García Novo, F. 2002. Restauración ecológica de marismas de régimen mareal en el Estuario del Guadalquivir, Parque Natural de Doñana. En *Ecosistemas*, Año XI, núm. 1. <http://www.revistaecosistemas.net/>
- Gehú, J. M. y Rivas- Martínez, S. 1983. Classification of european salt plant communities. En Dijkema y al. (Eds.). *Study of European Salt Marshes and salt steppes*. Conseil d l'Europe, SN- VS (83) 4: 32 – 40.
- Gutiérrez García, M. y Fernández Prieto, J. A. 2001. Control y eliminación de plantas invasoras en el litoral asturiano. VI Jornadas Españolas de Ingeniería de Costas y Puertos. IMEDEA.
http://nova.uib.es/Oceanography/html/events/vi_jornadas/HTML/pdf_5/120.pdf
- Hill, M. O. 1979. *TWINSPAN – A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of individuals and attributes*. Cornell University Ithaca, Nex York.
- Honrado, J., Pereira, R., Araújo R., Santos, G., Matos J., Alves, P., Alves, N. E., Pinto, I. S. y Caldas, F. B. 2002. Classification and Mapping of Terrestrial and Inter – Tidal Vegetation in the Atlantic Coast of Northern Portugal. Actas do Congresso Littoral 2002, 6th International Conference - A multidisciplinary Symposium on Coastal Zone Research, Management and Planning. Ed. FCT. Instituto da Água e Associação Eurocoast Portugal (European Coastal Zone Association for Science and Technology), pp. 211-215.
- IHERA, Projecto de Desenvolvimento Agrícola do Vouga. 2000. *Avaliação dos efeitos da construção do troço médio do dique de defesa dos campos agrícolas contra marés*. Estudo de Monitorização, 1º Relatório.
- IHERA, Projecto de Desenvolvimento Agrícola do Vouga. 2001. *Avaliação dos efeitos da construção do troço médio do dique de defesa dos campos agrícolas contra marés*. Estudo de Monitorização, 2º Relatório.
- IHERA, Projecto de Desenvolvimento Agrícola do Vouga. 2003. *Avaliação dos efeitos da construção do troço médio do dique de defesa dos campos agrícolas contra marés*. Estudo de Monitorização, 3º Relatório.

Izco, J., Guitián, P. y Sánchez, J. M. 1992. La marisma superior cántabro-atlántica meridional: estudio de las comunidades de *Juncus maritimus* y *Elymus pycnanthus*. *Lanzaróa* 13: 149-169.

Izco, J. y Sánchez, J. M. 1996. Los medios halófilos de la ría de Ortigueira (A Coruña, España). Vegetación de dunas y marismas. *Thalassas* 12: 63- 100.

Leão, F. 2003. *Percursos Pedestres no Baixo Vouga Lagunar*. Quercus, Associação Nacional da Conservação da Natureza. Aveiro.

Molina, J. A., Casermeiro, M. A., Pertíñez, C. y Moreno, P. S. 2001. Relación suelo – vegetación en un ecosistema litoral mediterráneo. El Parque Natural del Prat de Cabanes – Torreblanca (Castellón). Ed. Fundación Dávalos – Fletcher.

Molina, J. A., Casermeiro, M. A. y Moreno, P. S. 2003. Vegetation composition and soil salinity in a Spanish Mediterranean coastal ecosystem. *Phytocoenologia* 33: 475- 494.

Peinado, M. y Rivas – Martínez, S. (Edits.). 1987. *La Vegetación de España*. Serv. Publ.Univ. Alcalá de Henares. Madrid.

Rivas-Martínez, S. y Costa, M. 1984. Sinopsis sintaxonómica de la clase Arthrocnemetea Br.- Bl. y Tüxen 1943 en la Península Ibérica. *Doc. Phytosociol. N. S.* 8: 15 – 27.

Rivas-Martínez, S., Arnaiz, C., Barreno, E. y Crespo, A. 1987. Apuntes sobre las provincias corológicas de la Península Ibérica e Islas Canarias. *Opusc. Bot. Pharm. Complutensis* 1: 1 - 48.

Rivas-Martínez, S. Memoria del Mapa de Vegetación Potencial de España, 2005. (en prensa).

Rivas-Martínez, S., Fernández-González, F., Loidi, J., Lousã, M. y Penas, A. 2001. Syntaxonomical Checklist of Vascular Plants Communities of Spain and Portugal to Association Level. *Itinera Geobotanica* 14: 5- 341. http://www.ucm.es/info/cif/book/checklist/checklist_a.htm

Rivas-Martínez, S., Díaz, T. E., Fernández-González, F., Izco, J., Loidi, J., Lousã, M. y Penas, A. 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. En *Itinera Geobotanica* 15: 5- 432. http://www.ucm.es/info/cif/book/addenda/addenda1_19.htm

Rogado, Nuno J. y Perdigão, A. M. 1986. Projecto de Desenvolvimento Agrícola do Vouga. Bloco do Baixo Vouga Lagunar- Carta de Solos 1:10.000. DGHEA. Lisboa.

Roman, C. T., James-Pirri, M-J. y Heltshe, J. F. 2001. *Monitoring Salt Marsh Vegetation. A Protocol for the Long-term Coastal Ecosystem Monitoring Program Cape Cod National Seashore*. National Park Service. Graduate School of Oceanography University of Rhode Island. http://science.nature.nps.gov/im/monitor/protocols/caco_marshveg.pdf

SanLeón, D. G., Izco, J. y Sánchez, J. M. 1999. *Spartina patens* as a weed in Galician saltmarshes (NW Iberian Peninsula). *Hydrobiologia* 415: 213 – 222. <http://www.springerlink.com/media/b5uc1606pk1qwh8b4j3y/contributions/h/1/2/4/h12470x557417245.pdf>

Tutin, T. G., et al. (eds.). 1980. *Flora Europea* 5. Cambridge University Press.

Valle Tendero, F. et al. 2003. *Mapa de Series de Vegetación de Andalucía*. Ed. Rueda. Madrid.

Van der Maarel, E. y Van der Maarel-Versluys, M. 1996. Distribution and conservation status of littoral vascular plant species along the European coasts. *Journal of Coastal Conservation* 2: 73- 92.