

LAS PLANTAS DE LA MARISMA DEL PARQUE NACIONAL DE DOÑANA (ESPAÑA):

ELEMENTO CLAVE PARA LA CONSERVACIÓN DE UN HUMEDAL EUROPEO PARADIGMÁTICO

THE PLANTS OF DOÑANA NATIONAL PARK'S MARISMA (SPAIN): A KEY ELEMENT FOR
CONSERVATION OF AN EMBLEMATIC EUROPEAN WETLAND

Pablo García-Murillo^{1*}, Eduardo Bazo¹ y Rocío Fernández-Zamudio²

¹Universidad de Sevilla, España.
Facultad de Farmacia, Departamento
de Biología Vegetal y Ecología,
C/Profesor García Gonzalez Nº 2,
Sevilla, España, C.P. 41012.

²CSIC, Consejo Superior de
Investigaciones Científicas. Estación
Biológica de Doñana, C/Americo
Vespucio, s/n Isla de la Cartuja,
Sevilla, España, C.P. 41092.

*Autor para correspondencia:
pgarcia@us.es

Fecha de recepción:
10 de febrero de 2014.
Fecha de aceptación:
29 de septiembre de 2014.

RESUMEN

El Parque Nacional de Doñana (SW de España), es el espacio natural protegido más emblemático del Estado Español. Incluye uno de los humedales más extensos de Europa Occidental, la marisma, que también resulta ser el mayor santuario para las aves migratorias del continente europeo. El soporte trófico y estructural de este humedal lo constituyen las comunidades vegetales que allí se desarrollan. Sin embargo, a pesar de su importancia, el nivel de conocimiento sobre los vegetales de la marisma y sus comunidades es muy escaso. Por ello, se realizó un análisis florístico de la marisma, donde se tomaron en cuenta aquellos trabajos que corresponden a citas de plantas recolectadas en la marisma y depositadas en herbarios, así como observaciones debidamente contrastadas, contemplando además de las plantas vasculares, los briófitos y las macroalgas. El resultado proporcionó

247 taxones diferentes, que corresponden a 61 familias, y cuyo patrón se aparta del que presentan los hábitats mediterráneos típicos. También, a partir de los datos del catálogo, se muestra como en dicho hábitat son escasos los endemismos y predominan las especies con grandes áreas de distribución. Se describen las principales comunidades vegetales de la marisma y cómo se organizan en función del tiempo de inundación de los suelos y de la concentración de sales que estos presentan. Asimismo, se identifican diversos problemas que afectan a la conservación de los ecosistemas del Parque Nacional de Doñana, como la disminución del volumen de agua de la marisma, el deterioro de la calidad de sus aguas y la aparición de especies exóticas invasoras.

PALABRAS CLAVE:

Doñana, plantas acuáticas, humedales, conservación, SW Europa.

ABSTRACT

Doñana National Park (SW Spain) is the flagship of the Spanish State Protected Natural Areas. It includes one of the largest wetlands in Western Europe, the marsh, which also happens to be the largest sanctuary for migratory birds on the continent. The trophic and structural support for this wetland depends on the plant communities developed there. However, despite its importance, the level of knowledge about the marsh's plants and their communities is limited. Here we present a Floristic Catalogue from the marsh encompassing 247 different taxa within 61 families. The biogeographic pattern of the marsh is atypical compared to other Mediterranean habitat. We find limited endemism and a predominance of species with large geographic ranges. We also describe the main plant communities from the marsh, which are organized according to time of flooding and soil salt concentration. We use this information to identify several problems that affect the conservation of ecosystems from Doñana National Park.

KEYWORDS:

Doñana, aquatic plants, wetlands, conservation, SW Europe.

INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional de Doñana es el espacio natural protegido más emblemático de España, siendo además Reserva de la Biosfera de la UNESCO, Patrimonio de la Humanidad, Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) de la Unión Europea. Está incluido en la red Natura 2000 de la Unión Europea, es Important Bird Area (IBA) y Wetland of International Importance de Ramsar Convention, entre otros méritos. Su origen como Parque Nacional se remonta a 1969 y se extiende a través de 537 Km², al oeste de la desembocadura del río Guadalquivir, en el sur de España.

Una porción de este territorio, 270 Km², corresponde a la "marisma", el mayor humedal protegido de Europa occidental (García-Novo y Martín-Cabrera, 2005), formado por una parte de las tierras bajas inundables del estuario del Guadalquivir. La Marisma de Doñana está incluida dentro de la figura legal de "Parque Nacional", que es la

de mayor rango de la legislación española en relación a los espacios naturales protegidos. La declaración de Parque Nacional se hace por las Cortes Españolas y se publica en el Boletín Oficial del Estado. Su desarrollo actual corresponde a la ley 42/2007 (BOE, 2007).

La imposibilidad de cultivar los suelos de la marisma, las limitaciones al tránsito de personas que imponía este medio varios meses al año, el ser un foco de paludismo y los problemas que tenía el ganado que se pretendía instalar en estas tierras, hicieron que las marismas del Guadalquivir estuvieran sin explotar hasta bien entrado el siglo XX. De esta forma, la marisma fue durante mucho tiempo, una zona marginal donde sólo eran posibles las actividades predatorias como la caza o la recogida de huevos, o una precaria ganadería extensiva (Ojeda, 1987). Y donde también, podían prosperar sin problemas, las comunidades de organismos presentes en el territorio desde antaño. Así, ha llegado a ser hasta ahora, un territorio con características naturales casi prístinas, que ha preservado especies y ecosistemas desaparecidos en la mayor parte del territorio europeo.

En este contexto, destaca el hecho que la marisma fuera lugar de invernada de numerosas especies de aves acuáticas europeas y africanas, un acontecimiento que atrajo la atención de numerosos científicos de la naturaleza y conservacionistas en la segunda mitad del siglo XX, y que constituyó uno de los valores que promovieron la declaración de este lugar como espacio protegido. De acuerdo con Ramsar (2007), cada año llegaban dichas aves a este lugar en grandes cantidades, en torno a los 500 000 individuos; en el año 1999 superaron el 1 000 000. La importancia de este humedal es tal que, según Troya y Bernués (1990), la marisma acogía el 50 % de la avifauna española invernante. El soporte trófico y estructural de estas importantes comunidades de aves lo constituyen las plantas acuáticas, las cuales producen alimento, directa o indirectamente, organizan el espacio, estructuran el sistema y realizan funciones de capital importancia para la regulación del humedal (García-Murillo y col., 2009), como depuración de las aguas, fijación del CO₂, producción de oxígeno, entre otras cosas. Se trata pues, de

organismos y comunidades que juegan un papel fundamental en el funcionamiento de este humedal y cuyo conocimiento es clave para una gestión adecuada del mismo.

Sin embargo, y a diferencia de lo que ocurre con otros organismos que se encuentran en el Parque, como las aves (cuyo estudio ha sido objetos de numerosos trabajos y de las que se dispone de censos regulares desde los años 70 del pasado siglo), es poco lo que se conoce sobre las plantas de este lugar. Este artículo pretende contribuir a paliar esa falta de información. Para ello, se aporta el primer catálogo florístico de la marisma, se muestran los rasgos característicos de su flora, se da una idea de sus comunidades vegetales más relevantes, los factores que las afectan y también, finalmente, de los principales problemas de conservación que tiene la marisma, desde una perspectiva botánica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y Medio Físico

La Marisma del Parque Nacional de Doñana se sitúa en el SW de la Península Ibérica, en la margen derecha de la desembocadura del río Guadalquivir, entre los 36°47'42" a 37°08'29" de latitud Norte y los 6°15'16" a 6°33'39" de longitud Este (Figura 1) y con una altura media sobre el nivel del mar de 3.6 m (Bayán y Dolz, 1994).

La marisma es parte de un delta interno de gran extensión, que en la actualidad se encuentra en un avanzado estadio de su evolución geomorfológica, por lo que presenta un régimen hídrico con un dinamismo estacional (ciclo inundación-deseccación) y no mareal (Rodríguez-Ramírez y col., 2005). Se trata de una llanura aluvial limo-arcillosa originada durante el Cuaternario (Ruiz y col., 2004), que muestra una suave microtopografía, la cual tiene una gran transcendencia hidrológica y ecológica, ya que las pequeñas diferencias de nivel determinan los encharcamientos, las variaciones de salinidad y la distribución de fauna y vegetación (Ramos, 2002). Dicha microtopografía, a su vez, está condicionada por la evolución de la red fluvial y se encuentra configurada por una serie de malecones fluviales: a) los "paciles", que delimitan áreas deprimidas, más o menos redondeadas, que mantienen agua durante

Figura 1

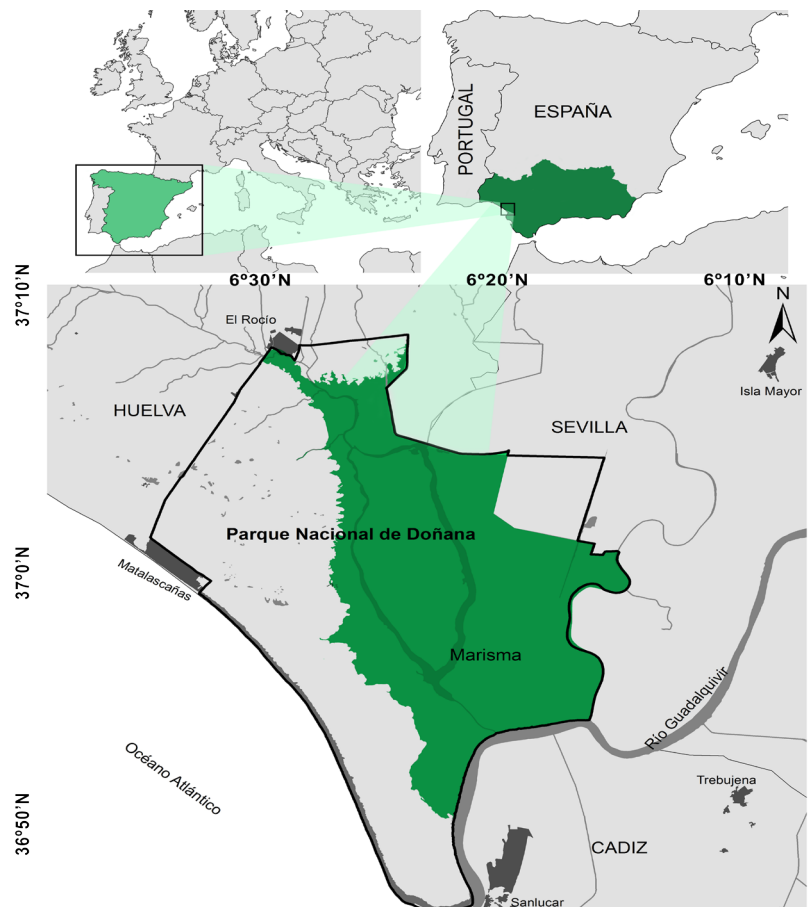
Ubicación geográfica del Parque Nacional Doñana. Se indica el área correspondiente a la marisma en color verde.

Figure 1. Geographical location of the Doñana National Park. The marsh's area is indicated in green.

gran parte del ciclo hidrológico anual; b) los "lucios", y antiguos canales mareales, hoy en día colmatados, pero que mantienen agua durante gran parte del año; c) los "caños", malecones fluviales que actúan de barreras naturales, erigiéndose como reguladores de la lámina de agua aportada por la red fluvial e impidiendo la entrada de flujos mareales (Rodríguez-Ramírez, 1998).

Desde el punto de vista climático, lo más característico es la elevada estacionalidad en relación a las precipitaciones. Hay un período de lluvias, desde octubre a abril y un período de sequía, desde junio a septiembre (Rodríguez-Ramírez y col., 2005). Las precipitaciones medias anuales son del orden de 537 mm, aunque hay una fuerte variabilidad interanual, existiendo períodos que no superan los 300 mm (años 1980 y 1994), mientras otros se sitúan por encima de los 900 mm (años 1987 y 1995) (Siljeström y col., 2002). Los inviernos no son muy fríos y los veranos son calurosos, la temperatura media de las mínimas del mes más frío es 4.1 °C, y la media de las máximas del mes más cálido es 33.2 °C (Sousa y col., 2013).

Debido al aislamiento actual respecto al estuario del Guadalquivir, la cubeta arcillosa de la marisma se presenta como un gran receptáculo donde se almacenan las aguas, procedentes de las precipitaciones y de algunos arroyos, durante varios meses. Según el balance anual precipitación-temperatura, el agua va llegando y se va evaporando, sin que prácticamente haya influencia mareal, que queda limitada a zonas muy pequeñas y localizadas. Las aguas de la Marisma son de naturaleza cloruradosódicas y tienen una profundidad media en torno a 40 cm (Duarte y col., 1990), si bien la variación estacional de la salinidad es muy marcada (mixo-oligohalinas a hiperhalinas) y está controlada espacialmente por pequeños accidentes del relieve, que determinan la inundación y la hidroquímica de sus aguas.



Estudios sobre flora y vegetación

La elaboración del catálogo florístico de un territorio es el primer paso en los estudios botánicos. En el caso de la marisma, resulta una tarea complicada, ya que además de la dispersión de las referencias bibliográficas, existe también el problema de la fidelidad y rigor de las citas. Por ello, para la realización de este artículo, solo se han tenido en cuenta aquellos trabajos que corresponden a citas de plantas recolectadas en la marisma y depositadas en herbarios, u observaciones debidamente contrastadas; en cambio, no se han considerado las publicaciones donde la presencia de determinados taxones se ha hecho extrapolando la distribución de individuos recolectados en localidades cercanas, o la hipotética área de distribución del taxón a investigar.

En este caso, teniendo en cuenta las peculiaridades del hábitat y el papel que juegan determinados grupos vegetales en los procesos tróficos de la marisma, se han contemplado, además de las plantas vasculares, los briófitos y las macroalgas. Es

decir todos aquellos vegetales englobados en el concepto de macrófito.

Tras la elaboración del catálogo se realizó el análisis florístico, que comprende: el estudio del espectro taxonómico, estudio fitogeográfico y de los biotipos. Para las cuestiones nomenclaturales y para la determinación del área de distribución de los taxones se ha seguido, en las macroalgas a Cirujano y col. (2008a), en los briófitos a Cirujano y col. (1988), y en las plantas vasculares, en la medida de lo posible (los grupos incluidos en los volúmenes publicados) a Flora Ibérica (Castroviejo, 1986-2012), y de manera complementaria la Flora Vasculare de Andalucía Occidental (Valdés y col., 1987). Los biotipos siguen la clasificación de Raunkiaer (1934). En el análisis fitogeográfico se ha seguido la clasificación de elementos florísticos que hicieron Fernández-Zamudio y col. (2006b). La descripción de la vegetación se hizo a partir de la información recogida en (Rivas-Martínez y col., 1980; Duarte y col., 1990; Espinar y col., 2002 y García-Murillo

y col., 2007b), junto con observaciones correspondientes a transectos y muestreos realizados en la Marisma en diferentes investigaciones llevadas a cabo por los autores desde el año 2003 hasta la fecha actual.

RESULTADOS

Flora

El catálogo de las plantas macrófitas de la marisma de Doñana incluye 247 taxones (Tabla 1). Los taxones recopilados

corresponden a las divisiones Chlorophyta, Briophyta, Pteridophyta y Spermatophyta. Siendo este último grupo el preponderante con el 90 % de los taxones citados (con 222 especies), siguiéndole Chlorophyta, con el 6 % (15 especies), Pteridophyta con el 3 % (con siete especies) y Briophyta con el 1 % (con 3 especies). Las algas de la división Chlorophyta corresponden a la familia Characeae (las algas carófitas); son de gran importancia a finales del invierno y comienzos de primavera, cuando tapizan

importantes extensiones de los suelos inundados de la marisma, produciendo considerables cantidades de biomasa, que juega un papel clave en el metabolismo del humedal.

Las especies de Briophyta recogidas corresponden a la familia Riellaceae, hepáticas sumergidas, que están prácticamente ausentes en los humedales mediterráneos europeos actuales. En ambos casos son indicadores del alto nivel de conservación de este ecosistema.

Tabla 1

Catálogo florístico de las plantas de la Marisma del Parque Nacional de Doñana.

Table 1. Plant catalogue from Donana National Park's Marisma.

División	Familia	Género	Especie	Susbespecie	Año de primera cita	Autor (es)
CHLOROPHYTA	Characeae	<i>Chara</i>	<i>aspera</i>		1993	García-Murillo y col.
CHLOROPHYTA	Characeae	<i>Chara</i>	<i>canescens</i>		1993	García-Murillo y col.
CHLOROPHYTA	Characeae	<i>Chara</i>	<i>connivens</i>		1961	Corillion
CHLOROPHYTA	Characeae	<i>Chara</i>	<i>fragifera</i>		1984	Sánchez
CHLOROPHYTA	Characeae	<i>Chara</i>	<i>fragilis</i>		2006a	Fernández-Zamudio y col.
CHLOROPHYTA	Characeae	<i>Chara</i>	<i>galioides</i>		1993	García-Murillo y col.
CHLOROPHYTA	Characeae	<i>Chara</i>	<i>hispidia</i>		1982	Van-Vierssen y col.
CHLOROPHYTA	Characeae	<i>Chara</i>	<i>vulgaris</i>	<i>vulgaris</i>	1993	García-Murillo y col.
CHLOROPHYTA	Characeae	<i>Chara</i>	<i>vulgaris</i>	<i>contraria</i>	2006a	Fernández-Zamudio y col.
CHLOROPHYTA	Characeae	<i>Chara</i>	<i>vulgaris</i>	<i>oedophylla</i>	1997	Espinar y col.
CHLOROPHYTA	Characeae	<i>Chara</i>	<i>vulgaris</i>	<i>longibracteata</i>	2006a	Fernández-Zamudio y col.
CHLOROPHYTA	Characeae	<i>Lamprothamnium</i>	<i>papulosum</i>		1993	García-Murillo y col.
CHLOROPHYTA	Characeae	<i>Tolypella</i>	<i>glomerata</i>		1993	García-Murillo y col.
CHLOROPHYTA	Characeae	<i>Tolypella</i>	<i>hispanica</i>		1982	Comelles
CHLOROPHYTA	Characeae	<i>Tolypella</i>	<i>salina</i>		1997	Espinar y col.
BRIOPHYTA	Riellaceae	<i>Riella</i>	<i>cossoniana</i>		1992	Cirujano y col.
BRIOPHYTA	Riellaceae	<i>Riella</i>	<i>heicophylla</i>		1988	Cirujano y col.
BRIOPHYTA	Riellaceae	<i>Riella</i>	<i>notarisii</i>		1992	Cirujano y col.
PTERIDOPHYTA	Azollaceae	<i>Azolla</i>	<i>filiculoides</i>		2007a	García-Murillo y col.
PTERIDOPHYTA	Equisetaceae	<i>Equisetum</i>	<i>ramosissimum</i>		1979	Cabezudo
PTERIDOPHYTA	Equisetaceae	<i>Equisetum</i>	<i>telmateia</i>		1979	Cabezudo
PTERIDOPHYTA	Hypolepidaceae	<i>Pteridium</i>	<i>aquilinum</i>		1976	Galiano y Cabezudo
PTERIDOPHYTA	Isoetaceae	<i>Isoetes</i>	<i>histris</i>		1976	Galiano y Cabezudo
PTERIDOPHYTA	Osmundaceae	<i>Osmunda</i>	<i>regalis</i>		1976	Galiano y Cabezudo
PTERIDOPHYTA	Thelypteridaceae	<i>Thelypteris</i>	<i>palustris</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Aizoaceae	<i>Carpobrotus</i>	<i>edulis</i>		2005	Dana y col.
SPERMATOPHYTA	Aizoaceae	<i>Mesembryanthemum</i>	<i>nodiflorum</i>		2000	Espinar
SPERMATOPHYTA	Alismataceae	<i>Alisma</i>	<i>lanceolatum</i>		1976	Galiano y Cabezudo

Continúa...

División	Familia	Género	Especie	Subespecie	Año de primera cita	Autor (es)
SPERMATOPHYTA	Alismataceae	<i>Baldellia</i>	<i>ranunculooides</i>		1946	Vicioso
SPERMATOPHYTA	Alismataceae	<i>Damasonium</i>	<i>bourgaei*</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Alismataceae	<i>Damasonium</i>	<i>polyspermum</i>		1979	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i>	<i>albus</i>		2007b	García-Murillo y col.
SPERMATOPHYTA	Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i>	<i>retroflexus</i>		2007b	García-Murillo y col.
SPERMATOPHYTA	Boraginaceae	<i>Heliotropium</i>	<i>europaeum</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Boraginaceae	<i>Heliotropium</i>	<i>supinum</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Boraginaceae	<i>Myosotis</i>	<i>sicula</i>		1979	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Cactaceae	<i>Opuntia</i>	<i>megacantha</i>		2007a	García-Murillo y col.
SPERMATOPHYTA	Callitrichaceae	<i>Callitriche</i>	<i>obtusangula</i>		2006b	Fernández-Zamudio y col.
SPERMATOPHYTA	Callitrichaceae	<i>Callitriche</i>	<i>stagnalis</i>		1993	García-Murillo y col.
SPERMATOPHYTA	Callitrichaceae	<i>Callitriche</i>	<i>truncata</i>	<i>occidentalis</i>	1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Caryophyllaceae	<i>Illecebrum</i>	<i>verticillatum</i>		1946	Vicioso
SPERMATOPHYTA	Caryophyllaceae	<i>Sagina</i>	<i>apetala</i>		1976	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Caryophyllaceae	<i>Spergularia</i>	<i>heldreichi</i>		2007b	García-Murillo y col.
SPERMATOPHYTA	Caryophyllaceae	<i>Spergularia</i>	<i>marina</i>		1980	Rivas-Martínez y col.
SPERMATOPHYTA	Caryophyllaceae	<i>Spergularia</i>	<i>nicaeensis</i>		1980	Rivas-Martínez y col.
SPERMATOPHYTA	Caryophyllaceae	<i>Spergularia</i>	<i>tangerina</i>		1979	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Ceratophyllaceae	<i>Ceratophyllum</i>	<i>demersum</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Chenopodiaceae	<i>Arthrocnemum</i>	<i>macrostachyum</i>		1980	Rivas-Martínez y col.
SPERMATOPHYTA	Chenopodiaceae	<i>Atriplex</i>	<i>patula</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Chenopodiaceae	<i>Atriplex</i>	<i>tornabeni</i>		1990	Pastor y Juan
SPERMATOPHYTA	Chenopodiaceae	<i>Beta</i>	<i>macrocarpa</i>		1980	Rivas-Martínez y col.
SPERMATOPHYTA	Chenopodiaceae	<i>Beta</i>	<i>maritima</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Chenopodiaceae	<i>Halimione</i>	<i>portulacoides</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Chenopodiaceae	<i>Halopeplis</i>	<i>amplexicaule</i>		2006a	Fernández-Zamudio y col.
SPERMATOPHYTA	Chenopodiaceae	<i>Salicornia</i>	<i>ramosissima</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Chenopodiaceae	<i>Salsola</i>	<i>soda</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Chenopodiaceae	<i>Sarcocornia</i>	<i>perennis</i>	<i>perennis</i>	1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Chenopodiaceae	<i>Sarcocornia</i>	<i>perennis</i>	<i>alpini</i>	1980	Castroviejo y Coello
SPERMATOPHYTA	Chenopodiaceae	<i>Suaeda</i>	<i>maritima</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Chenopodiaceae	<i>Suaeda</i>	<i>splendens</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Chenopodiaceae	<i>Suaeda</i>	<i>vera</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Compositae	<i>Anacyclus</i>	<i>radiatus</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Compositae	<i>Anthemis</i>	<i>cotula</i>		1979	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Compositae	<i>Arctotheca</i>	<i>calendula</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Compositae	<i>Artemisia</i>	<i>caerulescens</i>	<i>caerulescens</i>	1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Compositae	<i>Aster</i>	<i>squamatum</i>		2007b	García-Murillo y col.
SPERMATOPHYTA	Compositae	<i>Bellis</i>	<i>annua</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Compositae	<i>Chamaemelum</i>	<i>mixtum</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Compositae	<i>Cotula</i>	<i>coronopifolia</i>		1946	Vicioso
SPERMATOPHYTA	Compositae	<i>Crepis</i>	<i>vesicaria</i>	<i>haenseleri</i>	2007b	García-Murillo y col.
SPERMATOPHYTA	Compositae	<i>Cychorium</i>	<i>pumillum</i>		2006	García-Murillo y col.
SPERMATOPHYTA	Compositae	<i>Eclipta</i>	<i>prostrata</i>		2005	Valdés y col.
SPERMATOPHYTA	Compositae	<i>Gnaphalium</i>	<i>luteo-album</i>		1976	Galiano y Cabezudo

División	Familia	Género	Especie	Subespecie	Año de primera cita	Autor (es)
SPERMATOPHYTA	Compositae	<i>Guizotia</i>	<i>abyssinica</i>		2006	Sánchez-Gullón y col.
SPERMATOPHYTA	Compositae	<i>Helichrysum</i>	<i>italicum</i>	<i>picardii</i>	1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Compositae	<i>Inula</i>	<i>crithmoides</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Compositae	<i>Leontodon</i>	<i>longirrostris</i>		2007b	García-Murillo y col.
SPERMATOPHYTA	Compositae	<i>Leontodon</i>	<i>maroccanum</i>		1979	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Compositae	<i>Onopordum</i>	<i>dissectum</i>	<i>murbeckii</i>	1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Compositae	<i>Senecio</i>	<i>jacobaea</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Compositae	<i>Sonchus</i>	<i>oleraceus</i>		1979	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Compositae	<i>Xanthium</i>	<i>spinolum</i>		2006a	Fernández-Zamudio y col.
SPERMATOPHYTA	Compositae	<i>Xanthium</i>	<i>strumarium</i>	<i>cavanillesii</i>	2007b	García-Murillo y col.
SPERMATOPHYTA	Convolvulaceae	<i>Calystegia</i>	<i>sepium</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Convolvulaceae	<i>Cressa</i>	<i>cretica</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Convolvulaceae	<i>Cuscuta</i>	<i>campestris</i>		2007b	García-Murillo y col.
SPERMATOPHYTA	Cruciferae	<i>Capsella</i>	<i>bursa-pastoris</i>		2007b	García-Murillo y col.
SPERMATOPHYTA	Cruciferae	<i>Coronopus</i>	<i>squamatus</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Cruciferae	<i>Himenolobus</i>	<i>procumbens</i>		2006a	Fernández-Zamudio y col.
SPERMATOPHYTA	Cruciferae	<i>Rapahanus</i>	<i>rapahanistrum</i>		1979	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Cruciferae	<i>Rorippa</i>	<i>nasturtium-aquaticum</i>		1979	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Cruciferae	<i>Sinapis</i>	<i>alba</i>	<i>mairii</i>	2006	Valdés y col.
SPERMATOPHYTA	Cyperaceae	<i>Bolboschoenus</i>	<i>maritimus</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Cyperaceae	<i>Carex</i>	<i>cuprina</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Cyperaceae	<i>Carex</i>	<i>distans</i>		1979	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Cyperaceae	<i>Carex</i>	<i>divisa</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Cyperaceae	<i>Carex</i>	<i>divulsa</i>		1979	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Cyperaceae	<i>Carex</i>	<i>hispida</i>		1979	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Cyperaceae	<i>Carex</i>	<i>paniculata</i>	<i>lusitanica</i>	1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Cyperaceae	<i>Carex</i>	<i>pseudocyperus</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>difformis</i>		1990	Peinado y col.
SPERMATOPHYTA	Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>distachyos</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>fuscus</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>longus</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>michelianus</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>rotundus</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Cyperaceae	<i>Eleocharis</i>	<i>palustris</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Cyperaceae	<i>Fuirena</i>	<i>pubescens</i>		1979	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Cyperaceae	<i>Schoenoplectus</i>	<i>lacustris</i>	<i>glaucus</i>	1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Cyperaceae	<i>Schoenoplectus</i>	<i>litoralis</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Cyperaceae	<i>Scirpoides</i>	<i>holoschoenus</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Dipsacaceae	<i>Dipsacus</i>	<i>fullonum</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Elatinaceae	<i>Elatine</i>	<i>hexandra</i>		1974	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Elatinaceae	<i>Elatine</i>	<i>macropoda</i>		1974	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>helioscopia</i>		2007b	García-Murillo y col.
SPERMATOPHYTA	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>pterococca</i>		2007b	García-Murillo y col.
SPERMATOPHYTA	Frankeniaceae	<i>Frankenia</i>	<i>boissieri</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Frankeniaceae	<i>Frankenia</i>	<i>laevis</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Frankeniaceae	<i>Frankenia</i>	<i>pulverulenta</i>		1976	Galiano y Cabezudo

División	Familia	Género	Especie	Subespecie	Año de primera cita	Autor (es)
SPERMATOPHYTA	Gentianaceae	<i>Centaurium</i>	<i>maritimum</i>		1946	Vicioso
SPERMATOPHYTA	Gentianaceae	<i>Centaurium</i>	<i>pulchellum</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Geraniaceae	<i>Erodium</i>	<i>malacoides</i>		2007b	García-Murillo y col.
SPERMATOPHYTA	Geraniaceae	<i>Geranium</i>	<i>dissectum</i>		1979	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Gramineae	<i>Aeluropus</i>	<i>littoralis</i>		1979	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Gramineae	<i>Agrostis</i>	<i>reuteri</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Gramineae	<i>Agrostis</i>	<i>stolonifera</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Gramineae	<i>Arundo</i>	<i>plinii</i>		1979	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Gramineae	<i>Catabrosa</i>	<i>aquatica</i>		2006	Valdés y col.
SPERMATOPHYTA	Gramineae	<i>Crypsis</i>	<i>aculeata</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Gramineae	<i>Cynodon</i>	<i>dactylon</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Gramineae	<i>Gaudinia</i>	<i>fragilis</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Gramineae	<i>Hordeum</i>	<i>marinum</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Gramineae	<i>Imperata</i>	<i>cylindrica</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Gramineae	<i>Leptochloa</i>	<i>uninervia</i>		1997	Roales
SPERMATOPHYTA	Gramineae	<i>Lolium</i>	<i>perenne</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Gramineae	<i>Lolium</i>	<i>rigidum</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Gramineae	<i>Panicum</i>	<i>repens</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Gramineae	<i>Paspalum</i>	<i>paspalodes</i>		2007b	García-Murillo y col.
SPERMATOPHYTA	Gramineae	<i>Paspalum</i>	<i>vaginatum</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Gramineae	<i>Phragmites</i>	<i>australis</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Gramineae	<i>Poa</i>	<i>annua</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Gramineae	<i>Poa</i>	<i>infirma</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Gramineae	<i>Poa</i>	<i>trivialis</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Gramineae	<i>Puccinellia</i>	<i>fasciculata</i>		2006a	Fernández-Zamudio y col.
SPERMATOPHYTA	Gramineae	<i>Saccharum</i>	<i>ravennae</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Gramineae	<i>Spartina</i>	<i>densiflora</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Haloragaceae	<i>Myriophyllum</i>	<i>alterniflorum</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Hydrocharitaceae	<i>Hydrocharis</i>	<i>morsus-ranae</i>		1979	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Iridaceae	<i>Gynandris</i>	<i>sisyrrinchium</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Iridaceae	<i>Limniris</i>	<i>psudacorus</i>		1979	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Juncaceae	<i>Juncus</i>	<i>acutus</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Juncaceae	<i>Juncus</i>	<i>ambiguus</i>		1982	Fernández-Carvajal
SPERMATOPHYTA	Juncaceae	<i>Juncus</i>	<i>articulatus</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Juncaceae	<i>Juncus</i>	<i>bufonius</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Juncaceae	<i>Juncus</i>	<i>capitatus</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Juncaceae	<i>Juncus</i>	<i>effusus</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Juncaceae	<i>Juncus</i>	<i>hybridus</i>		1982	Fernández-Carvajal
SPERMATOPHYTA	Juncaceae	<i>Juncus</i>	<i>maritimus</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Juncaceae	<i>Juncus</i>	<i>subnodulosus</i>		1979	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Juncaceae	<i>Juncus</i>	<i>subulatus</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Juncaginaceae	<i>Triglochin</i>	<i>barrelieri</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Juncaginaceae	<i>Triglochin</i>	<i>laxiflora</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Lamiaceae	<i>Lycopus</i>	<i>europaeus</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Lamiaceae	<i>Marrubium</i>	<i>vulgare</i>		2006a	Fernández-Zamudio y col.
SPERMATOPHYTA	Lamiaceae	<i>Mentha</i>	<i>pulegium</i>		1976	Galiano y Cabezudo

División	Familia	Género	Especie	Subespecie	Año de primera cita	Autor (es)
SPERMATOPHYTA	Lamiaceae	<i>Mentha</i>	<i>suaveolens</i>		1980	Rivas-Martínez y col.
SPERMATOPHYTA	Lamiaceae	<i>Scutellaria</i>	<i>minor</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Leguminosae	<i>Medicago</i>	<i>murex</i>		2007b	García-Murillo y col.
SPERMATOPHYTA	Leguminosae	<i>Melilotus</i>	<i>alba</i>		2007b	García-Murillo y col.
SPERMATOPHYTA	Leguminosae	<i>Melilotus</i>	<i>segetalis</i>		1998	Marañón
SPERMATOPHYTA	Leguminosae	<i>Pisum</i>	<i>sativum</i>		2007b	García-Murillo y col.
SPERMATOPHYTA	Lemnaceae	<i>Lemna</i>	<i>gibba</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Lemnaceae	<i>Lemna</i>	<i>minor</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Lemnaceae	<i>Spirodela</i>	<i>polyrrhiza</i>		1991	García-Murillo y col.
SPERMATOPHYTA	Lemnaceae	<i>Wolffia</i>	<i>arrhiza</i>		2000	García Murillo
SPERMATOPHYTA	Lentibulariaceae	<i>Utricularia</i>	<i>australis</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Liliaceae	<i>Asphodellus</i>	<i>fistulosus</i>		2007b	García-Murillo y col.
SPERMATOPHYTA	Lythraceae	<i>Lythrum</i>	<i>baeticum</i>		1980	Rivas-Martínez y col.
SPERMATOPHYTA	Lythraceae	<i>Lythrum</i>	<i>borysthenicum</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Lythraceae	<i>Lythrum</i>	<i>hyssopifolia</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Lythraceae	<i>Lythrum</i>	<i>junceum</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Lythraceae	<i>Lythrum</i>	<i>salicaria</i>		1980	Rivas-Martínez y col.
SPERMATOPHYTA	Lythraceae	<i>Lythrum</i>	<i>tribracteatum</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Malvaceae	<i>Althaea</i>	<i>officinalis</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i>	<i>camaldulensis</i>		2007b	García-Murillo y col.
SPERMATOPHYTA	Onagraceae	<i>Epilobium</i>	<i>parviflorum</i>		2006	Valdés y col.
SPERMATOPHYTA	Onagraceae	<i>Ludwigia</i>	<i>palustris</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Oxalidaceae	<i>Oxalis</i>	<i>pes-caprae</i>		2007b	García-Murillo y col.
SPERMATOPHYTA	Papaveraceae	<i>Papaver</i>	<i>dubium</i>		2006	García-Murillo y col.
SPERMATOPHYTA	Papaveraceae	<i>Papaver</i>	<i>rhoeas</i>		2007b	García-Murillo y col.
SPERMATOPHYTA	Plantaginaceae	<i>Plantago</i>	<i>coronopus</i>		2000	Espinar
SPERMATOPHYTA	Plantaginaceae	<i>Plantago</i>	<i>serraria</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Plumbaginaceae	<i>Armeria</i>	<i>gaditana</i>		1946	Vicioso
SPERMATOPHYTA	Plumbaginaceae	<i>Armeria</i>	<i>hispalensis</i>		2005	Valdés y col.
SPERMATOPHYTA	Plumbaginaceae	<i>Limoniastrum</i>	<i>monopetalum</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Plumbaginaceae	<i>Limonium</i>	<i>angustifolium</i>		2000	Espinar
SPERMATOPHYTA	Plumbaginaceae	<i>Limonium</i>	<i>ferulaceum</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Polygonaceae	<i>Polygonum</i>	<i>equisetiformis</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Polygonaceae	<i>Polygonum</i>	<i>salicifolium</i>		1976	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Polygonaceae	<i>Rumex</i>	<i>dentatus</i>	<i>callosissimus</i>	1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Portulacaceae	<i>Montia</i>	<i>fontana</i>	<i>amporitana</i>	1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Potamogetonaceae	<i>Potamogeton</i>	<i>pectinatus</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Primulaceae	<i>Samolus</i>	<i>valerandi</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Ranunculaceae	<i>Anemone</i>	<i>palmata</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Ranunculaceae	<i>Ranunculus</i>	<i>bulbosus</i>	<i>aleae</i>	1946	Vicioso
SPERMATOPHYTA	Ranunculaceae	<i>Ranunculus</i>	<i>ficaria</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Ranunculaceae	<i>Ranunculus</i>	<i>flammula</i>		1979	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Ranunculaceae	<i>Ranunculus</i>	<i>muricatus</i>		1979	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Ranunculaceae	<i>Ranunculus</i>	<i>ophioglossifolius</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Ranunculaceae	<i>Ranunculus</i>	<i>parviflorus</i>		1979	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Ranunculaceae	<i>Ranunculus</i>	<i>peltatus</i>	<i>saniculifolius</i>	1979	Cabezudo

División	Familia	Género	Especie	Subespecie	Año de primera cita	Autor (es)
SPERMATOPHYTA	Ranunculaceae	<i>Ranunculus</i>	<i>peltatus</i>	<i>baudotii</i>	1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Ranunculaceae	<i>Ranunculus</i>	<i>peltatus</i>	<i>fucoides</i>	1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Ranunculaceae	<i>Ranunculus</i>	<i>sceleratus</i>		1990	Peinado y col.
SPERMATOPHYTA	Ranunculaceae	<i>Ranunculus</i>	<i>trilobus</i>		1946	Vicioso
SPERMATOPHYTA	Ranunculaceae	<i>Thalictrum</i>		<i>speciosissimum</i>	2006b	Fernández-Zamudio y col.
SPERMATOPHYTA	Rubiaceae	<i>Galium</i>	<i>palustre</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Ruppiaceae	<i>Ruppia</i>	<i>drepanensis</i>		1990	Cirujano y García-Murillo
SPERMATOPHYTA	Ruppiaceae	<i>Ruppia</i>	<i>maritima</i>		1979	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Scrophulariaceae	<i>Scrophularia</i>	<i>auriculata</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Scrophulariaceae	<i>Veronica</i>		<i>anagallis-aquatica</i>	1980	Rivas-Martínez y col.
SPERMATOPHYTA	Scrophulariaceae	<i>Veronica</i>	<i>anagaloides</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Scrophulariaceae	<i>Veronica</i>	<i>scutellata</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Solanaceae	<i>Nicotiana</i>	<i>glauca</i>		2007b	García-Murillo y col.
SPERMATOPHYTA	Sparganiaceae	<i>Sparganium</i>	<i>erectum</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Tamaricaceae	<i>Tamarix</i>	<i>africana</i>		1979	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Tamaricaceae	<i>Tamarix</i>	<i>canariensis</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Tamaricaceae	<i>Tamarix</i>	<i>gallica</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Tamaricaceae	<i>Tamarix</i>	<i>mascatensis</i>		1992	Cirujano y Castillo
SPERMATOPHYTA	Tamaricaceae	<i>Tamarix</i>	<i>parviflora</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Typhaceae	<i>Typha</i>		<i>dominguensis</i>	1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Typhaceae	<i>Typha</i>	<i>latifolia</i>		1980	Rivas-Martínez y col.
SPERMATOPHYTA	Umbelliferae	<i>Apium</i>	<i>inundatum</i>		1975	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Umbelliferae	<i>Apium</i>	<i>nodiflorum</i>		1975	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Umbelliferae	<i>Berula</i>	<i>erecta</i>		1975	Allier & Bresset
SPERMATOPHYTA	Umbelliferae	<i>Eryngium</i>	<i>corniculatum</i>		1979	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Umbelliferae	<i>Eryngium</i>	<i>galioides</i>		1979	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Umbelliferae	<i>Hydrocotyle</i>	<i>verticillata</i>		2011	Valdés y col.
SPERMATOPHYTA	Umbelliferae	<i>Hydrocotyle</i>	<i>vulgaris</i>		1975	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Umbelliferae	<i>Oenanthe</i>	<i>fistulosa</i>		1975	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Umbelliferae	<i>Oenanthe</i>	<i>globulosa</i>		1975	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Umbelliferae	<i>Oenanthe</i>	<i>lachenalii</i>		1980	Castroviejo y col.
SPERMATOPHYTA	Umbelliferae	<i>Torilis</i>	<i>nodosa</i>		1979	Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Zannichelliaceae	<i>Althenia</i>	<i>orientalis</i>		1986	García-Murillo y Talavera
SPERMATOPHYTA	Zannichelliaceae	<i>Zannichellia</i>	<i>obtusifolia</i>		1976	Galiano y Cabezudo
SPERMATOPHYTA	Zannichelliaceae	<i>Zannichellia</i>	<i>pedunculata</i>		1986	Talavera y col.
SPERMATOPHYTA	Zosteraceae	<i>Zostera</i>	<i>noltii</i>		1980	Castroviejo y col.

* Sub *Damasonium alisma*

Respecto a las plantas vasculares, los taxones reunidos corresponden a 59 familias, siendo las familias Gramineae, Compositae, Cyperaceae, Chenopodiaceae y Ranunculaceae, las cinco con más presencia en la marisma. La mayor parte de las especies de Spermatophyta, corresponden a la clase Dicotiledóneas, con 142 especies, siguen en importancia las Monocotiledóneas, con 80 especies, y por último las Pteridophyta con 7 especies.

Destaca también la frecuencia de especies pertenecientes a familias como: Umbelliferae, Lythraceae, Plumbaginaceae, Tamaricaceae, Lemnaceae, Callitrichaceae, Alismataceae o Zannichelliaceae, hecho que confiere los rasgos distintivos de la flora de este tipo de hábitat. Los géneros mejor representados son *Chara* y *Ranunculus*, con 11 especies, y *Juncus*, con 10. La Figura 2 muestra el conjunto de todas las familias con su frecuencia.

En relación a los elementos fitogeográficos, los datos obtenidos se muestran en la Tabla 2. La categoría de mayor presencia es la de elementos de amplia distribución, que incluye 57 especies, seguidas muy de cerca por los elementos Paleotemplados, con 53 especies. En cambio, los elementos de áreas restringidas (Ibéricos e Ibero-Mauritanos), los "endemismos", tan frecuentes en otros hábitats mediterráneos, resultan muy

Figura 2

Espectro taxonómico de la flora de la Marisma del Parque Nacional de Doñana.
Figure 2. Taxonomic spectrum of the flora from Doñana National Park's Marisma.

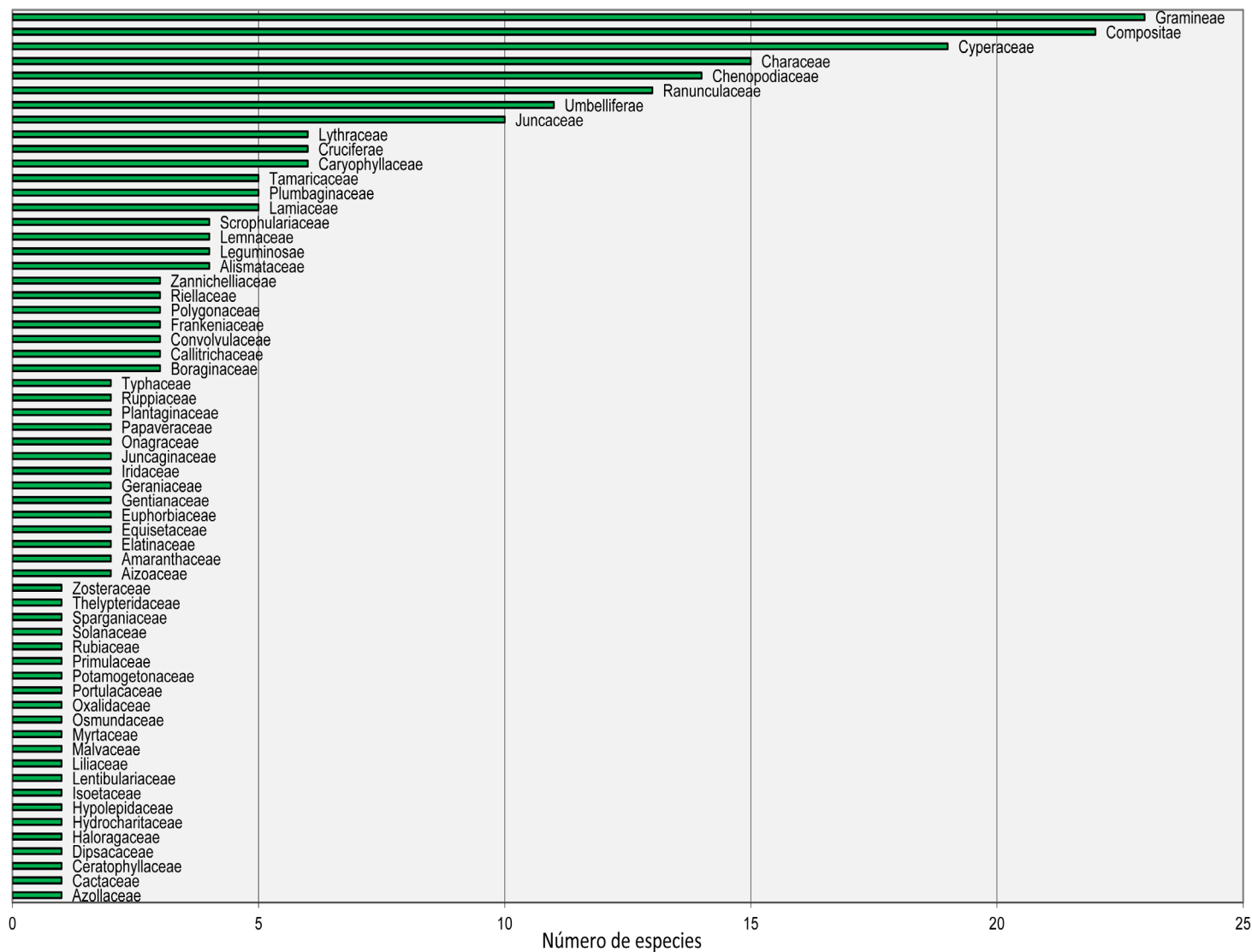


Tabla 2

Distribución en categorías fitogeográficas de las especies observadas.

Table 2. Distribution of observed species into phytogeographical categories.

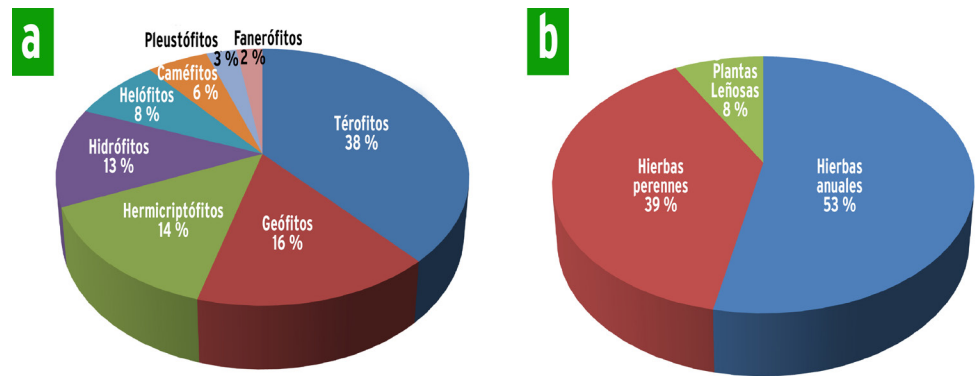
escasos en este lugar, sumando entre las dos categorías 13 especies. El resto de los elementos, con excepción de los exóticos, están vinculados al territorio mediterráneo e incluyen 101 especies. Los elementos exóticos se corresponden con 23 especies.

Elemento fitogeográfico	Nº especies	%
Amplia distribución	57	23
Circummediterráneo	39	16
Paleotemplado	53	21
Latemediterráneo	32	13
Euro-Mediterráneo	14	6
Mediterráneo-Atlántico	16	7
Ibéricos	5	2
Ibero-Mauritanos	8	3
Exótico	23	9
Total	247	100

Figura 3

Finalmente, en el estudio de los biotipos, aparecen como más frecuentes las especies de ciclo anual, los terófitos, con 95 especies, seguido de geófitos con 39, hemicroptófitos con 35, hidrófitos con 31, helófitos con 20, y están escasamente representadas las leñosas: caméfitos con 14 y fanerófitos con 6, así como los pleustófitos con 7 especies. La Figura 3a muestra el porcentaje de número de especies de cada biotipo. Igualmente, en la Figura 3b se ha representado el porcentaje de especies herbáceas anuales, plantas leñosas y perennes herbáceas de la Marisma: 20 especies son plantas leñosas, 97 perennes herbáceas y 130 herbáceas anuales.

Formas de vida de las plantas de la Marisma del Parque Nacional Doñana: a) Biotipos representados en el catálogo florístico; b) Hierbas anuales, hierbas perennes y plantas leñosas.
Figure 3. Plant life forms from Donana National Park's Marisma: a) Biotypes represented in the plant catalogue; b) Annual herbaceous plants, perennial herbaceous plants and woody plants.



Vegetación

Aunque los cambios que experimenta la marisma son graduales, la observación durante el período de estudio indicó que en diferentes épocas del ciclo anual se originan las distintas "marismas" que se suceden a lo largo del año (Figuras 4a, 4b y 4c).

Marisma llena (Figura 4a). A finales de otoño y comienzos del invierno, cuando tras las lluvias la marisma está totalmente cubierta por una capa de agua y además, éstas son turbias, lo cual impide que la luz pase al fondo y se desarrollen las comunidades vegetales.

Marisma verde (Figura 4b). A finales de invierno hasta el final de la primavera. En este estadio la marisma se llena de plantas emergentes, flotantes y sobre todo sumergidas. Las aguas son durante este período transparentes.

Marisma seca (Figura 4c). En el verano y comienzos del otoño. El agua se ha evaporado y los suelos aparecen, secos, agrietados y escasamente cubiertos de un pastizal ralo, o bien con los restos secos de la vegetación palustre que se desarrolló en primavera.

En la marisma, las diversas comunidades vegetales se estructuran a modo de mosaico, cuyas unidades (comunidades), se van reemplazando de forma paulatina a lo largo de un ciclo anual, y donde el inicio lo marca la inundación de la marisma y el final su sequía.

Las modestas cotas de nivel de la marisma que determinan su escaso relieve (prácticamente imperceptibles en la época seca) se cargan de significado ecológico cuando la marisma se llena de agua. Pequeñas elevaciones o depresiones de centímetros suponen diferencias en salinidad, temperatura o tiempo de encharcamiento;

circunstancias estrechamente vinculadas a la aparición o desaparición de las comunidades en el "mosaico" que forma la vegetación de la marisma (Figuras 5a, 5b, 5c, 5d y 5e).

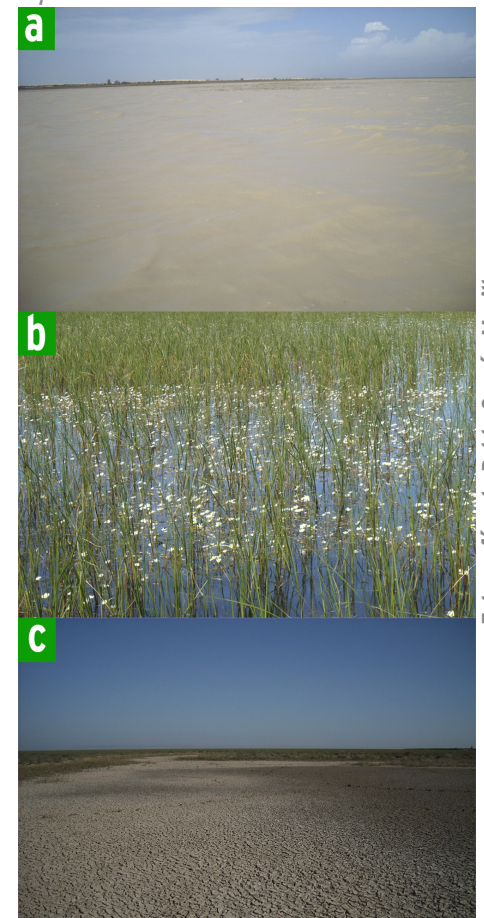
En las partes más elevadas de la marisma, los "paciles", sobre suelos ricos en sales (2 % en peso de las sales solubles en los 10 cm primeros del suelo) (Clemente, 1998), se instalan los almajares (Figura 5a), comunidades dominadas casi exclusivamente por *Arthrocnemum macrostachyum* (almajo), que forma un matorral de escasa talla y cobertura. Las matas de almajo difícilmente se cubren por el agua y en poco tiempo quedan sobre tierra firme. Cuando la marisma se seca, al final de la primavera, el espacio entre las matas de almajos desarrolla unos pastizales fugaces, también de escasa cobertura, formados fundamentalmente por especies de Gramineae, Compositae, Chenopodiaceae o Polygonaceae.

En los lugares donde el agua permanece varios meses se desarrolla la vegetación helofítica e hidrofítica. Así en las zonas con los suelos más salinos (6.7 % en peso de las sales solubles en los 10 cm primeros del suelo) (Clemente, 1998), se encuentran los bayuncares (Figura 5b), que son pastizales formados por plantas palustres que superan el metro de altura, dispuestas de forma poco densa y que corresponden a *Schoenoplectus litoralis* (bayunco). En cambio, en las zonas con menos sales en el suelo (0.5 % en peso de las sales solubles en los 10 cm primeros del suelo)

Figura 4

Las diferentes "marismas" que se suceden a lo largo del año: a) Marisma llena; b) Marisma verde y; c) Marisma seca.

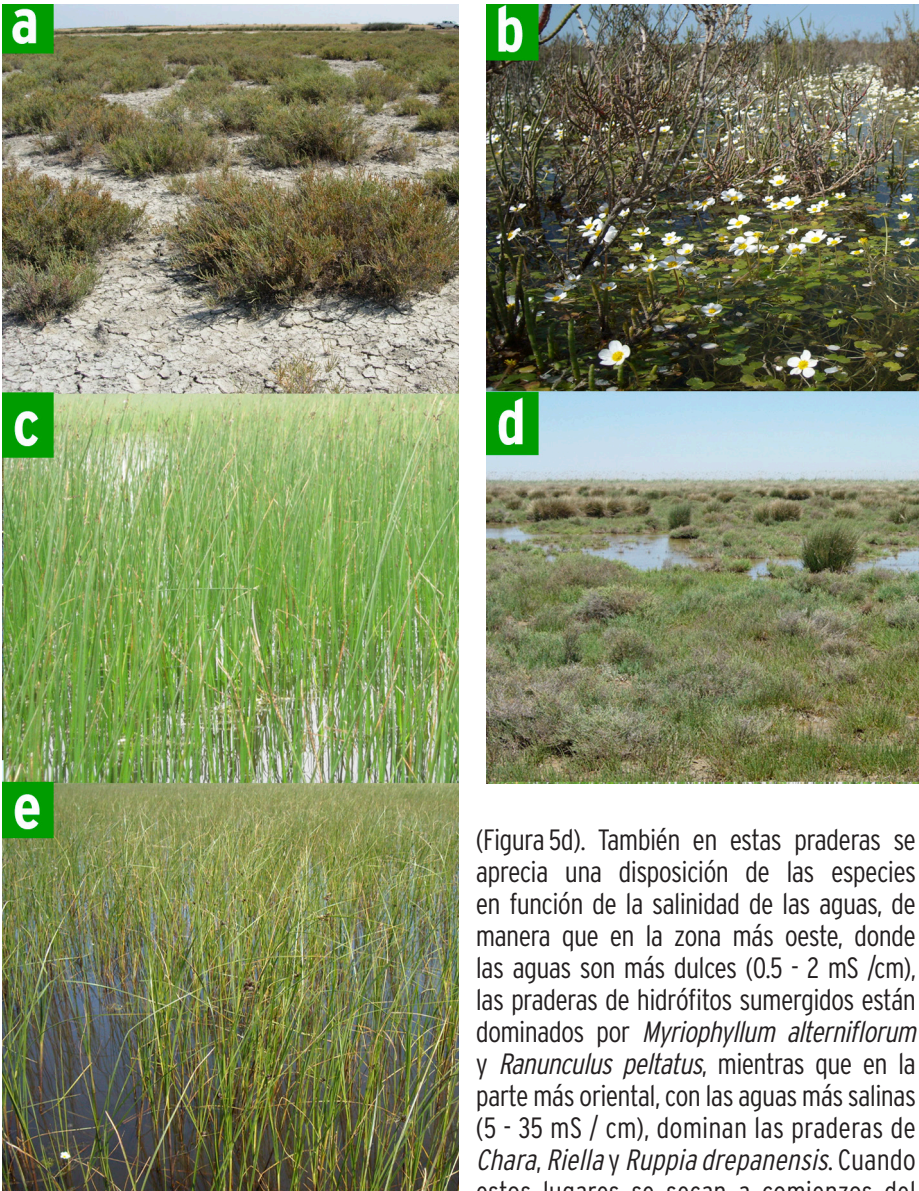
Figure 4. The different "marsh" that occur long the year: a) Filled marsh; b) Green marsh and; c) Dry marsh.



Fotografías de Pablo García-Murillo

Figura 5

Principales formaciones vegetales de la Marisma del Parque Nacional de Doñana: a) Almajares; b) Bayuncares; c) Marisma de castañuela; d) Praderas de hidrófitos y; e) Zona mareal.
Figure 5. Main plant formations of Donana National Park's Marisma; a) Almajares; b) Bayuncares; c) Marisma de castañuela; d) Aquatic grasslands and; e) Tidal area.



(Figura 5d). También en estas praderas se aprecia una disposición de las especies en función de la salinidad de las aguas, de manera que en la zona más oeste, donde las aguas son más dulces (0.5 - 2 mS /cm), las praderas de hidrófitos sumergidos están dominados por *Myriophyllum alterniflorum* y *Ranunculus peltatus*, mientras que en la parte más oriental, con las aguas más salinas (5 - 35 mS / cm), dominan las praderas de *Chara*, *Riella* y *Ruppia drepanensis*. Cuando estos lugares se secan a comienzos del verano, son sustituidos también por pastizales más o menos halófilos, pobres y formados por Gramineae, Compositae, Chenopodiaceae o Polygonaceae.

Finalmente, en una estrecha franja próxima al río Guadalquivir, se sitúa la zona mareal (Figura 5e), ocupando una superficie muy pequeña en relación con el resto del área de estudio. En esta zona, el ritmo vital de las comunidades lo marca el movimiento de las mareas, que inundan rítmicamente los suelos de estos lugares. La vegetación en esta

estrecha franja está dominada por especies de *Chenopodiaceae* (como *Sarcocornia fruticosa* o *Halimione portulacoides*) o *Plumbaginaceae* (como *Limoniastrum monopetalum*). Este tipo de comunidades dependientes de las mareas formaban la antigua marisma que se extendía hace muchos siglos por la desembocadura del Guadalquivir y que fue desplazada por la marisma fluvial, cuando la influencia del estuario desapareció. En la actualidad, la vegetación autóctona de la marisma mareal está siendo sustituida en algunos puntos por las poblaciones de la gramínea americana *Spartina densiflora*, que avanza inexorablemente por todos los lugares con influencia mareal.

DISCUSIÓN

El catálogo de plantas macrófitas de la Marisma del Parque Nacional de Doñana, ofrecido en la Tabla 1, muestra un número de especies bajo: 247. Una cifra que resulta pequeña, especialmente si se compara con otros hábitats del mundo Mediterráneo próximos a la zona de estudio, como la Sierra de Grazalema, con 1 375 especies (Aparicio y Silvestre, 1987) o la Sierra de Aracena, con 882 especies (Ribera y Cabezedo, 1985). Ello se interpreta como la consecuencia de las duras condiciones que impone el medio marismero. Por un lado, la salinidad de suelos y aguas, y por otro, la temporalidad del encharcamiento, que durante una buena parte del ciclo anual convierte a la marisma en un medio acuático, mientras que durante otra, la transforma en un medio completamente terrestre en el que resulta difícil obtener agua.

No obstante, el número de especies de la marisma resulta ser una cifra mayor que la que puede encontrarse en marismas con influencia mareal, como las vecinas marismas del río Odiel, a unos 50 Km al oeste, que incluyen 167 especies (Rubio, 1985). En este caso, la heterogeneidad ambiental ofrecida por la Marisma de Doñana, con hábitat puramente acuáticos y terrestres, y de transición; también con hábitat de influencia mareal y otros dependientes de las aguas continentales, es mayor que la que tienen las marismas mareales del río Odiel, y debido a ello su riqueza de especies es mayor.

Como el resto de las floras de la región Mediterránea, también en la Marisma de Doñana hay un claro predominio de las plantas fanerógamas sobre los otros grupos (90 %), si

(Clemente, 1998), en la parte más oeste de la marisma, aparece la marisma de castañuela (Figura 5c), se trata también de un pastizal, si bien mucho más denso que los bayuncares, con plantas que apenas superan el metro y que corresponden a *Bolboschoenus maritimus* (castañuela).

Entre los bayuncos, en huecos que aparecen en la marisma de castañuela, en la orla de los lucios y los caños, en los lugares donde el agua permanece más tiempo; se encuentran las praderas de hidrófitos

bien, aquí destaca la pujanza de las especies de macroalgas de la división Chlorophyta, que con una presencia del 6 %, sobrepasa a la división Pteridophyta (3 %).

En relación a las plantas vasculares, hay que notar la ausencia de Gimnospermas, y el claro dominio de las Angiospermas. Asimismo, cabe destacar el predominio de las Dicotiledóneas, frente a lo que ocurre en otros humedales del planeta, donde dominan las Monocotiledóneas (León y Young, 1996; Mora-Olivo y col., 2013). La secuencia de familias mejor representadas en la flora de la marisma: Gramineae, Compositae, Cyperaceae, seguidas de Chenopodiaceae, Ranunculaceae, y Juncaceae, difiere de la que presentan los ecosistemas típicamente Mediterráneos, donde predominan las familias: Compositae, Gramineae y Leguminosae, seguidas de Caryophyllaceae, Cruciferae y Labiatae (Aparicio y Silvestre, 1987; Peñas de Giles y col. 2006). También difiere de los catálogos de plantas acuáticas de otros lugares, como México: Cyperaceae, Alismataceae, Lemnaceae, Pontederiaceae y Nymphaeaceae (Mora-Olivo y col., 2013) o Perú: Alismataceae, Poaceae, Cyperaceae, Lemnaceae y Pontederiaceae (León y Young, 1996). Algunas familias típicamente mediterráneas, como Cistaceae o Fagaceae, no aparecen, y otras, como Lamiaceae, Cruciferae, Leguminosae, Caryophyllaceae o Liliaceae, están pobremente representadas. En cambio, son relativamente frecuentes familias extrañas en los ecosistemas Mediterráneos típicos, como Alismataceae, Lythraceae, Zannichelliaceae o Ruppiaceae. La explicación a este hecho reside en la naturaleza de su hábitat, donde el medio físico (a través de las condiciones edáficas y la circunstancia de que los suelos durante varios meses se inundan), se superpone a las condiciones climáticas, seleccionando drásticamente las especies adaptadas a la vida en estos medios.

Respecto al espectro corológico, destaca el predominio de los elementos de grandes áreas de distribución, rasgo característico de la flora acuática, de acuerdo con lo señalado por Santamaría (2002), Chambers y col. (2008) y Hussner (2012), entre otros. Así, los elementos mejor representados en la marisma son los de amplia distribución (23 %), seguidos de los paleotemplados (21%) y los circummediterráneos (16%). En cambio, en los típicos hábitats naturales Mediterráneos, los elementos más frecuentes son los Mediterráneos (Aparicio y Silvestre,

1987), quedando relegados los elementos de amplia distribución y paleotemplados a valores inferiores al 10% en cada caso. Otro hecho destacable en la flora de la Marisma de Doñana es que muestra escasos elementos endémicos (Ibéricos e Ibero-Mauritanos), que representan un 5 % en total, hecho también observado en otros humedales del mundo (León y Young, 1996; McGlone y col., 2001; Mora-Olivo y col., 2013). En cambio, en los típicos hábitats Mediterráneos oscilan entre el 15 % y el 24 % (Aparicio y Silvestre, 1987; Peñas de Giles y col., 2006). También aquí se interpreta como el resultado de las condiciones que impone un medio físico muy particular, en este caso similar en diversos lugares del mundo y colonizado en consecuencia por especies semejantes en distintos lugares de la Tierra. Es también interesante observar la frecuencia de elementos exóticos, que si bien no es muy alta, es apreciable. Muchos de estos elementos parecen ser de aparición reciente, ya que no habían sido citados en los trabajos más antiguos, tal y como señalan García-Murillo y col. (2007b).

Finalmente, el estudio de los biotipos muestra un notable predominio de los terófitos (38 %) (Figura 3a), algo inusual en gran parte de los humedales, donde las especies más frecuentes son plantas rizomatosas y cespitosas de ciclo perenne. Sin embargo, la marisma es un humedal estacional, donde la presencia de un período de sequía estival limita de forma severa el tiempo de inundación, de forma que las plantas hidrófitas, y también muchas terrestres, desarrollan un ciclo corto y pasan la época desfavorable en forma de semilla. Aunque en la marisma también se observa una cantidad considerable de especies acuáticas y terrestres, que soportan la estación seca mediante el desarrollo de órganos subterráneos de resistencia (por encima del 35 %). Del mismo modo, la comparación entre plantas leñosas, herbáceas perennes y herbáceas anuales (Figura 4), ilustra esta idea. Las especies leñosas resultan ser muy escasas, representando el 8 % del total, mientras que las herbáceas perennes son el 39 %, y las herbáceas anuales el 53%. Asimismo, de nuevo contemplando los biotipos, resulta interesante destacar la baja proporción de plantas flotantes (3 %). En los medios acuáticos mediterráneos la mayor parte de las plantas hidrófitas corresponde a plantas sumergidas (García-Murillo y col., 2009), siendo los pleustófitos normalmente de escasa

importancia, a diferencia de lo que ocurre en otros humedales del mundo, especialmente en las zonas tropicales y ecuatoriales.

Conservación de la vegetación de la marisma

Debido a que la Marisma de Doñana se localiza en un territorio tradicionalmente aislado y prácticamente sin presencia humana hasta bien entrado el siglo XX (Ojeda, 1987), se pudieron conservar en este lugar organismos, sistemas y procesos, desaparecidos en la mayor parte de Europa. Si bien, el desarrollo tecnológico alcanzado en el siglo XX propició una serie de transformaciones que fueron restando superficie y alterando las condiciones naturales de este lugar. Estas marismas, que en el siglo XIX se extendían por unas 140 000 ha, han quedado reducidas a casi su quinta parte en la actualidad, unas 30 000 ha (Rodríguez-Ramírez y col., 2005), las cuales actualmente se conservan gracias a su consideración de espacio protegido como Parque Nacional. No obstante, la Marisma también resulta muy influida por las poblaciones, cultivos e infraestructuras que han proliferado en su vecindad. Zonas donde se desarrollan en la actualidad usos muy diversos, algunos de ellos difícilmente compatibles con la figura de Parque Nacional. Y así, un espacio que estaba aislado de la influencia antrópica hace menos de 100 años, de pronto se encuentra rodeado de más de 2 000 000 de personas y de una importante red de carreteras y autopistas, en un radio de 100 Km. Limitado al este por el único río navegable de España, con un notable tráfico de barcos: el río Guadalquivir tiene un tráfico de 4 000 000 ton anuales (Rey-González y Fernández-Martín, 2000). Con importantes superficies de cultivos intensivos muy productivos al Norte y Noroeste. También al noroeste, con un lugar de peregrinación: la aldea de el Rocío, que acoge un millón de personas durante su festividad (Fernández-Delgado, 1997), y a pocos kilómetros hacia el suroeste se encuentra un lugar de altísimo interés turístico: Matalascañas, que recibe a más de 100 000 personas cada verano (Huelva Información, 2011). Estas circunstancias se hacen notar en una serie de problemas que originan significativos cambios en el medio, que a su vez influyen poderosamente en el desarrollo de la vegetación marismesa, los más importantes incluyen la disminución del volumen y la calidad del agua, así como la introducción de especies exóticas invasoras.

Disminución del volumen de agua

Está causado por el uso continuo y abusivo de este recurso para actividades agrícolas, así como por la rápida colmatación de la marisma como consecuencia del desarrollo de diversas infraestructuras (Ramsar, 2011; WWF, 2012; WWF, 2013). Ello supone menor profundidad y menor superficie inundada. Ambas circunstancias inciden de forma intensa en el tipo de vegetación que produce la marisma. Al disminuir la cantidad de agua, la tendencia esperada es un incremento en las comunidades de especies terrestres (como pastizales y almajares) y la disminución o desaparición de comunidades de plantas sumergidas, una selección de especies de plantas acuáticas con ciclos más cortos y de terrestres con ciclos más largos, y la aparición de especies exóticas.

Cambios en la calidad del agua

Producidos por los lixiviados de los cultivos vecinos, ya mencionados, y por las aguas residuales de las poblaciones e industrias del entorno. El cambio principal ocurre en la concentración de nutrientes disueltos en las aguas, antaño baja y en la actualidad excesiva en una buena parte de la Marisma. Este proceso funciona como un envenenamiento lento, que no se percibe hasta que es demasiado tarde. Sus efectos son fatales en ecosistemas como este, ya que transforman sustancialmente su estructura. Así, en aguas eutróficas la producción primaria en vez de hacerse vía macrófitos acuáticos, se hace a través del fitoplancton, de forma que la estructura y biodiversidad del humedal cambia drásticamente. Hay evidencias de eutrofización en muchas partes de la marisma (Cirujano y col. 2008b; Ramsar, 2011), especialmente en la parte más oeste, donde el agua es más dulce, y resulta alarmante en la marisma próxima a la aldea Rocío, donde los hidrófitos, antaño abundantes han desaparecido, y han sido sustituidos por praderas de gramíneas y ciperáceas, en las que abundan las especies exóticas. También, las actividades antrópicas desarrolladas en los territorios vecinos producen una elevada turbidez en las aguas, a causa de la gran cantidad de elementos finos que estas llevan en suspensión. Si la turbidez persiste, el desarrollo de las plantas hidrófitas resulta imposible, ya que no pueden hacer fotosíntesis. Ello de nuevo supondría un fuerte impacto en la estructura trófica de la Marisma.

Especies exóticas invasoras

La acción combinada de los efectos antes mencionados, además de pérdidas de biodiversidad, trae como consecuencia cambios en los procesos y estructuras de los ecosistemas. Estos cambios permiten que especies exóticas, que en otro momento no serían competitivas, puedan tener éxito, instalándose en el nuevo hábitat. Uno de los desastres mayores que han ocurrido en las comunidades de plantas acuáticas de la Marisma de Doñana fue la invasión del cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*). Esta especie nativa del sureste de los Estados Unidos, fue introducida en la marisma del Guadalquivir a mediados de los 70, extendiéndose rápidamente y eliminando gran parte de las praderas de plantas acuáticas que se encontraban en la marisma de aguas más dulces, a comienzos de los 80 (Gutierrez-Yurita y col., 1998). Afortunadamente, el ecosistema se ha autorregulado (los animales aprendieron a comer cangrejos, que no existían en la Marisma) y actualmente el cangrejo es parte de las redes tróficas de los ecosistemas marismesños (Geiger y col., 2005). La actividad del cangrejo rojo en el pasado fue la causa del de la desaparición de especies de Doñana, como *Utricularia australis* y *Ceratophyllum demersum*, o el inicio del declive de varias otras, como *Hydrocharis morsus-ranae*. En relación a las especies vegetales, el mayor impacto actual tiene que ver con la presencia de *Azolla filiculoides*, helecho flotante procedente de Centroamérica, que apareció en la Marisma en el año 2000, y que amenaza con disminuir seriamente las praderas de hidrófitos de la Marisma y cambiar la estructura del humedal (Cirujano y col., 2008b; García-Murillo y col., 2007a). Esta especie mantiene su éxito colonizador gracias a la gran capacidad de crecimiento y alta tasa de reproducción, que sólo son posibles mediante una elevada concentración de nutrientes en el agua.

Por otro lado, también, en estos momentos se encuentra sometido a debate un polémico proyecto de dragado del río Guadalquivir, cuyo objetivo es que puedan navegar por el río barcos de mayor calado. De realizarse, la influencia mareal sobre la Marisma se incrementaría notablemente, lo cual traería consigo importantes cambios en la calidad de las aguas (WWF, 2013; WWF, 2014), que de nuevo supondrían una seria amenaza para la vegetación autóctona de la Marisma.

Por otra parte, hay también otros problemas donde la causa no es externa, se trata de cuestiones relacionadas con la gestión del Parque Nacional. El más importante afecta a la gestión del ganado. En el Parque Nacional de Doñana habita un ganado autóctono, cuyo número se ha ido incrementado a lo largo de los años y en la actualidad parece ser excesivo. El elevado número de cabezas de ganado que la marisma soporta en la actualidad incide también de manera muy importante sobre la vegetación (Ramsar, 2011; Soriquer y col., 2001). Su intensa actividad predatoria sobre las plantas halófitas y de pastizal, el efecto de las miles de pisadas sobre el suelo y los nutrientes aportados por sus heces, afectan muy seriamente a las comunidades vegetales y sus consecuencias se pueden apreciar fácilmente. Por ejemplo, la práctica desaparición de *Schoenoplectus lacustris* de la zona Noroeste, la importante reducción de la marisma de *Bolboschoenus maritimus*, o las calvas que se producen en las comunidades de hidrófitos en los lugares donde el ganado se ha acumulado en la temporada seca. Además, resulta preocupante la influencia que el manejo de estos animales tiene sobre decisiones clave del parque (como el control de las compuertas que regulan el llenado de la Marisma), cuyas consecuencias repercuten en los demás organismos y procesos que forman los ecosistemas marismesños.

A pesar de todo lo expuesto, la Marisma del Parque Nacional de Doñana es un lugar privilegiado. En él se siguen produciendo recursos capaces de soportar las enormes cantidades de aves migratorias que llegan cada año. Sigue siendo el espacio europeo protegido que mantiene las praderas de hidrófitos y halófitas más extensas. Y sirve de último bastión a una flora rara, especializada en hábitats frágiles y difíciles, que se encuentra en regresión en el territorio de la Unión Europea. Dichos elementos vegetales de la marisma también informan sobre la salud de este frágil ecosistema, que necesita ser percibido en profundidad y de forma íntegra para que las tareas que conlleva su conservación sean eficaces. Por esta razón, las plantas de la marisma son un elemento clave para diseñar un manejo adecuado que pueda prevenir escenarios de riesgo y reconducir situaciones de deterioro de este singular espacio protegido.

CONCLUSIONES

Se aporta el primer catálogo florístico de la Marisma del Parque Nacional de Doñana, que incluye 247 taxones, las cuales corresponden a 61 familias incluidas en cuatro divisiones: Spermatophyta, Pteridophyta, Briophyta y Chlorophyta. Las familias Gramineae, Compositae y Cyperaceae son las que aportan mayor número de especies, también aparecen muchas especies de familias poco comunes en los ecosistemas Mediterráneos. Su espectro taxonómico no se ajusta al habitual en los sistemas Mediterráneos, tampoco al de los humedales típicos. En el catálogo predominan las especies con grandes áreas de distribución y son raros los endemismos. El número de especies exóticas observadas es moderado, si bien

entre ellas se encuentra *Azolla filiculoides*, que produce un importante impacto en los ecosistemas de la marisma. Del mismo modo resultan frecuentes las especies de ciclo anual y también las herbáceas perennes, sin embargo las plantas leñosas resultan escasas, circunstancia que se relaciona con las duras condiciones que impone este hábitat. Las comunidades vegetales de la Marisma del Parque Nacional de Doñana se organizan fundamentalmente en función del período de inundación de sus suelos y del gradiente de salinidad que estos presentan. Ambos factores están en función del microrrelieve del lugar. A partir del estudio de estas plantas, se han identificado varios problemas de conservación que afectan de forma importante a la presencia de

especies y ecosistemas del Parque Nacional de Doñana, siendo los más importantes: la disminución del volumen de agua de la marisma, el deterioro de la calidad de sus aguas y la aparición de especies exóticas invasoras.

AGRADECIMIENTOS

El proyecto de investigación: HYDRA: "Reconstrucción histórica mediante teledetección de la dinámica hídrica y de las comunidades de vegetación acuática en las marismas de Doñana" Ref: CGL2009_09801/BOS financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad, del Estado Español, ha permitido realizar los trabajos encaminados a mejorar el conocimiento las plantas de la Marisma del Paque Nacional de Doñana.

REFERENCIAS

- Allier, C. and Bresset, V. (1975). La vegetation des milieux salés de la Reserve Biologique de Doñana. *Colloques Phytosociologiques*. 4: 257-269.
- Aparicio, A. y Silvestre, S. (1987). *Flora del Parque Natural de la Sierra de Grazalema*. Sevilla: Agencia de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. 303 Pp.
- Bayán, B. y Dolz, J. (1994). Las aguas superficiales y la Marisma del Parque Nacional de Doñana. *Revista de Obras Públicas*. 3340: 17-29.
- BOE, Boletín Oficial del Estado (2007). Ley 42/2007 de 13 de Diciembre del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. 299: 51275-51327. [En línea]. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2007/12/14/pdfs/A51275-51327.pdf>. Fecha de consulta: 8 de febrero de 2014.
- Cabezudo, B. (1974). Nota corológica sobre la flora de Huelva. *Lagasalia*. 4: 281-284.
- Cabezudo, B. (1975). Nota corológica sobre la flora de Huelva II. *Lagasalia*. 5: 77-83.
- Cabezudo, B. (1976). Nota corológica sobre la flora de Huelva III. *Lagasalia*. 6: 251-256.
- Cabezudo, B. (1979). Plantas de la Reserva Biológica de Doñana (Huelva). *Lagasalia*. 8: 167-181.
- Castroviejo, S. (1986-2012). *Flora iberica*. Vols: 1-8, 10-15, 17-18, 21. Madrid: Real Jardín Botánico, CSIC.
- Castroviejo, S., Valdés-Bermejo, E., Rivas-Martínez, S. y Costa, M. (1980). Novedades florísticas de Doñana. *Anales Jardín Botánico Madrid*. 36: 203-244.
- Castroviejo, S. y Coello, P. (1980). Datos cariológicos y taxonómicos sobre las *Salicorniinae* A. J. Scott ibéricas. *Anales Jardín Botánico Madrid*. 37: 42-73.
- Chambers, P. A., Lacoul, P., Murphy, K. J. and Thomaz, S. M. (2008). Global diversity of aquatic macrophytes in freshwater. *Hydrobiologia*. 595: 9-26.
- Cirujano, S., Montes, C., Martino, P., Enriquez, S. y García-Murillo, P. (1988). Contribución al estudio del género *Riella* Mont. *Limnetica*. 4: 41-50.
- Cirujano, S. y Castillo, J. L. (1990). Notas sobre "Tamarix" ibéricos. *Anales Jardín Botánico Madrid*. 48: 273-274.
- Cirujano, S. y García-Murillo, P. (1990). Asientos para un atlas corológico de la flora occidental. Mapa 436. *Ruppia drepanensis* Tineo. *Fontqueria*. 28: 161-163.
- Cirujano, S., Fraile, C. y García-Murillo, P. (1992). Notas sobre el género "Riella" Mont. *Anales Jardín Botánico Madrid*. 50: 113-115.
- Cirujano, S., Cambra, J., Sánchez-Castillo, P. M., Meco, A. y Flor-Arnau, N. (2008a). Flora ibérica. Algas continentales. Carófitos (Characeae). Madrid. *Real Jardín Botánico*. 133 Pp.
- Cirujano, S., García-Murillo, P., Fernández-Zamudio, R., Espinar, J. M., Rubio, A., Meco A., López-Bravo, I., Sánchez-Andrés, R., Sánchez-Carrillo, S., Moreno, M., Sousa, A. (2008b). *Estudio y control del helecho acuático invasor Azolla filiculoides en los humedales del Parque Nacional de Doñana, 2005-2008*. Informe Técnico. Madrid: Organismo Autónomo de Parques Nacionales. 324 Pp.
- Clemente, L., García-Fernández, L. V. y Siljeström, P. (1998). *Los suelos del Parque Nacional de Doñana*. Madrid: Organismo Autónomo Parques Nacionales. 205 Pp.
- Comelles, M. (1982). Noves localitat i revisió de la distribució de les espècies de caròfits a Espanya. Tesis de Licenciatura. Barcelona: Universidad Central de Barcelona. 132 Pp.
- Corillon, R. (1961). Les végétations précoces de Charophycées d'Espagne méridionale et du Maroc occidentale. *Revue Générale de Botanique*. 68: 317-331.
- Dana, E., Sanz, M., Vivas, S. y Sobrino, E. (2005). *Especies vegetales invasoras de Andalucía*. Sevilla: Consejería de Medio Ambiente. 232 Pp.
- Duarte, C., Montes, C., Agustí, S., Martino, P., Bernués, M. y Kalff, J. (1990). Biomasa de macrofitos acuáticos en la marisma del Parque Nacional de Donana (SW de España): importancia y factores ambientales que controlan su distribución. *Limnetica*. 6: 1-12.
- Espinar, J. L., Cirujano, S. y García-Murillo, P. (1997). Contribución al conocimiento de los carófitos del Parque Nacional de Doñana. *Acta Botanica Malacitana*. 22: 209-234.
- Espinar, J. L. (2000). Distribución espacial y temporal de las comunidades de macrófitos acuáticos de la Marisma Salada del Parque Nacional de Doñana. Tesis de Licenciatura. Sevilla: Universidad de Sevilla. 126 Pp.
- Espinar, J. L., García, L. V., García-Murillo, P., and Toja, J. (2002). Submerged macrophyte zonation in a Mediterranean salt marsh: a facilitation effect from established helophytes? *Journal of Vegetation Science*. 13: 831-840.
- Fernández-Carvajal, M. C. (1982). Revisión del género *Juncus* L. en la Península Ibérica. III. Subgéneros, Subulati, Buchenau, Pseudotenageia Krecz & Gontsh. y Poiophylli Buchenau. *Anales Jardín Botánico Madrid*. 39: 79-151.
- Fernández-Delgado, C. (1997). Conservation management of a European natural area: Doñana National Park, Spain. En: G. K. Meffe. y C. R. Carroll (Eds.), *Principles of conservation biology*. 2nd edition (pp. 458-467). Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates.
- Fernández-Zamudio, R., Cirujano, S., Nieto, I., Cobo, M. D., Sousa, A. y García-Murillo, P. (2006a). Novedades florísticas en el Parque Nacional de Doñana (SW España). *Acta Botanica Malacitana*. 31: 191-195.
- Fernández-Zamudio, R., Sousa, A. y García-Murillo, P. (2006b). Laguna de las Madres: Huelva: flora y vegetación. Sevilla: Consejería de Medio Ambiente. *Junta de Andalucía*. 286 Pp.
- Galiano, E. F. y Cabezudo, B. (1976). Plantas de la Reserva Biológica de Doñana (Huelva). *Lagasalia*. 6: 117-176.
- García Murillo, P. (2000). *Wolffia arrhiza*. En: G. Blanca y col. (Eds.) *Libro Rojo de la Flora Silvestre Amenazada de Andalucía*. Tomo II. (pp. 373-375). Sevilla: Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- García-Murillo, P. y Talavera, S. (1986). El género *Althenia* Petit. *Lagasalia*. 14: 102-114.
- García-Murillo, P., Cirujano, S. y Bernués, M. (1991). *Lemna trisulca* L. y *Spirodella*

- polyrhiza (L.) Scheiden, nuevas para el sur de la Península Ibérica. *Anales Jardín Botánico Madrid*. 48: 268-270.
- García-Murillo, P., Bernués, M. y Montes, C. (1993). Los macrofitos acuáticos del Parque Nacional de Doñana (SW España). Aspectos florísticos. En *Actas VI Congreso Español de Limnología* (pp. 261-267). Granada: Universidad de Granada.
- García-Murillo, P., Cirujano, S., Sousa, A., Fernández-Zamudio, R., Andujar, J., Moreno, M., León, D., Liébana, M. D. y Nieto, I. (2006). *Estudio de la recuperación de flora y vegetación naturales en zonas alteradas o modificadas en el Parque Nacional de Doñana y su entorno*. Informe técnico. Sevilla: Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. Ministerio de Medio Ambiente. 170 Pp.
- García-Murillo, P., Fernández-Zamudio, R., Cirujano, S., Sousa, A. y Espinar, J. M. (2007a). The invasion of Doñana National Park (SW Spain) by the mosquito fern (*Azolla filiculoides* Lam.). *Limnetica*. 26: 243-250.
- García-Murillo, P., Fernández-Zamudio, R., Cirujano, S., Sousa, A., Nieto, I., Andujar, J. y León, D. (2007b). Flora y vegetación de la marisma de Doñana en el marco del proyecto de restauración ecológica Doñana 2005. *Limnetica*. 26: 319-330.
- García-Murillo, P., Fernández-Zamudio y Cirujano, S. (2009). *Habitantes del agua*. 2, Macrófitos. Sevilla: Agencia Andaluza del Agua. 282 Pp.
- García-Novo, F. y Marín-Cabrera, C. (2005). *Doñana Agua y Biósfera*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente. 355 Pp.
- Geiger, W., Alcorlo, P., Baltanás, A. and Montes, C. (2005). Impact of an introduced Crustacean on the trophic webs of Mediterranean wetlands. *Biological Invasions*. 7: 49-73.
- Gutiérrez-Yurrita, P. J., Sancho, G., Bravo, M. A., Baltanás, A. and Montes, C. (1998). Diet of the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* in natural ecosystems of the Donana National Park temporary fresh-water marsh (Spain). *Journal of Crustacean Biology*. 18: 120-127.
- Huelva Información (2011). Matalascañas multiplica por cuarenta su población en verano, en Huelva Información. 1 de agosto de 2011. [En línea]. Disponible en: <http://www.huelvainformacion.es/article/huelva/1033619/matalascañas/multiplica/por/cuarenta/su/poblacion/verano.html>. Fecha de consulta: 8 de febrero de 2014.
- Hussner, A. (2012). Alien aquatic plant species in European countries. *Weed Research*. 52: 297-306.
- León, B. y Young, K.R. (1996). Aquatic plants of Peru: diversity, distribution and conservation. *Biodiversity and Conservation*. 5: 1169-1190
- Marañón, T. (1998). Soil seed bank and community dynamics in an annual-dominated Mediterranean salt-marsh. *Journal Vegetation Science*. 9: 371-378.
- McGlone, M. S., Duncan, R. P., and Heenan, P. B. (2001). Endemism, species selection and the origin and distribution of the vascular plant flora of New Zealand. *Journal of Biogeography*. 28: 199-216.
- Mora-Olivo, A., Villaseñor, J. L. y Martínez, M. (2013). Las plantas vasculares acuáticas estrictas y su conservación en México. *Acta Botánica Mexicana*. 103: 27-63.
- Ojeda, J. F. (1987). *Organización del territorio en Doñana y su entorno proximo (Almonte)*. Siglos dieciocho-veinte. Madrid: Monografías-Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza. 459 Pp.
- Pastor, J. y Juan, R. (1990). Estudio cariológico del género *Atriplex* (Chenopodiaceae) en Andalucía. *Lagasalia*. 16: 3-14.
- Peinado, M., Marínez-Parras, J. M., Bartolomé, C., Álvarez, J. y De la Cruz, M. (1990). Nuevas plantas y nuevas áreas para la flora de Andalucía Occidental. *Lagasalia*. 16: 125-129.
- Peñas de Giles, Martínez-Martínez, A., Solá, A. J. y Mota, F. (2006). Análisis corológico y novedades florísticas de la Sierra de los Filabres (Andalucía Oriental, España). *Lagasalia*. 26: 51-70.
- Ramos, B. (2002). Ecosistemas. En: V. García-Canseco (Ed.) *Parque Nacional de Doñana* (pp. 68-108). Talavera de la Reina: Esfagnos.
- Ramsar (2007). Ficha Informativa Ramsar (FIR) (Versión 2006-2008 adaptada al caso español) Doñana. [En línea]. Disponible en: http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Patrimonio_Natural_Uso_Y_Gestion/Espacios_Protegidos/Ramsar/Fichas_Informativas_Sitios_Ramsar_2007/Ficha_Informativa_Sitio_Ramsar_Donana_2007.pdf. Fecha de consulta: 8 de febrero de 2014.
- Ramsar (2011). Misión Ramsar de Asesoramiento N° 70 al Humedal de Importancia Internacional Doñana. [En línea]. Disponible en: http://www.ramsar.org/pdf/ram/ram_rpt_70sp-Do%03%0Bana_Report.pdf. Fecha de consulta: 8 de febrero de 2014.
- Raunkiaer (1934). *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Oxford: University Press. 632 Pp.
- Rey-González, F. J. y Fernández-Martín, J. L. (2000). El puerto de Sevilla. Aparejadores. 58. [En línea]. Disponible en: http://web.archive.org/web/20100923165548/http://www.coatse.es/revistaApa/lectura/numero_58/58p8.html. Fecha de consulta: 8 de febrero de 2014.
- Ribera, J. y Cabezudo, B. (1985). Aportaciones al conocimiento florístico de la Sierra de Aracena (Huelva, España). *Acta Botánica Malacitana*. 10: 61-78.
- Rivas-Martínez, S., Costa, M., Castroviejo, S. y Valdés, E. (1980). Vegetación de Doñana (Huelva, España). *Lazaroa*. 2: 5-190.
- Roales, J. (1997). Contribución al conocimiento de la flora de Sevilla. I. Novedades corológicas para la provincia. *Lagasalia*. 20: 129-149.
- Rodríguez-Ramírez, A. (1998). *Geomorfología del Parque Nacional de Doñana y su entorno*. Madrid: Organismo Autónomo Parques Nacionales. 144 Pp.
- Rodríguez-Ramírez, A., Yañez-Camacho, C., Gascó, C., Clemente, L. y Antón, M. P. (2005). Colmatación natural y antrópica de las marismas del Parque Nacional de Doñana: Implicaciones para su manejo y conservación. *Cuaternario y Geomorfología*. 19: 37-48.
- Rubio, J. C. (1985). Ecología de las Marismas del Odiel. Tesis Doctoral. Sevilla: Universidad de Sevilla. 603 Pp.
- Ruiz, F., Rodríguez-Ramírez, A., Cáceres, L. M., Rodríguez-Vidal, J., Carretero, M. I., Clemente, L. and Abad, M. (2004). *Late Holocene evolution of the southwestern Doñana National Park (Guadalquivir estuary, SW Spain): A multivariate approach*. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 204: 47-64.
- Sánchez, P. M. (1984). Contribución al conocimiento del género *Chara* en Andalucía. *Acta Botánica Malacitana*. 9: 79-84.
- Sánchez-Gullón, E., Macías-Fuentes, F., and Weickert, P. (2006). Algunas especies adventicias o naturalizadas en la provincia de Huelva (SO de España). *Lagasalia*. 26: 180-187.
- Santamaría, L. (2002). Why are most aquatic plants widely distributed? Dispersal, clonal growth and small-scale heterogeneity in a stressful environment. *Acta Oecologica*. 23: 137-154.
- Siljeström, P., Clemente, L. y Rodríguez-Ramírez, A. (2002). *Clima*. En: V. García-Caseco (Ed.) *Parque Nacional de Doñana* (pp. 42-56). Talavera de la Reina: Esfagnos.
- Soriguer, R. C., Delibes, J. R., Fandos, P., Zamora, R. y Rodríguez, A. (2001). *Análisis de la incidencia de los grandes herbívoros en la Marisma y en la Vera del Parque Nacional de Doñana*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente. 137 Pp.
- Sousa, A., Morales, J., García-Barrón, L. y García-Murillo, P. (2013). Changes in the *Erica ciliaris* Loefl. ex *L. peat bogs* of southwestern Europe from the 17th to the 20th centuries AD. *Holocene*. 23: 255-269
- Talavera, S., Smit, H., and García-Murillo, P. (1986). Sobre el género *Zannichellia* L. (Zannichelliaceae). *Lagasalia*. 14: 241-272.
- Troya, A. y Bernués, M. (1990). *Humedales españoles en la lista del Convenio de Ramsar*. Madrid: Instituto para la Conservación de la Naturaleza. 337 Pp.
- Valdés, B., Talavera, S. y Fernández-Galiano, E. (1987). *Flora Vascular de Andalucía Occidental 1-3*. Barcelona: Ketres Editora S.A.
- Valdés, B., Carmona I., Girón, V. y Sánchez Gullón, E. (2005). Novedades corológicas para el entorno de Doñana. *Lagasalia*. 25: 204-207.
- Valdés, B., Girón, V. y Carmona, I. (2006). Notas sobre la flora de Doñana. 4. Novedades corológicas para el Entorno de Doñana. *Lagasalia*. 26: 220-228.
- Valdés, B., Melero, D. y Girón, V. (2011). Plantas americanas naturalizadas en el territorio de Doñana (SO de la Península Ibérica). *Lagasalia*. 31: 7-20.
- Van Vierssen, V. and Van Wijk, J. (1982). On the identity and autecology of *Zannichellia peltata* Bertol. in western Europe. *Aquatic Botany*. 12: 199-215.
- Vicioso, C. (1946). Notas sobre la flora española. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. 6 (2): 5-92.
- WWF (2012). Informe 2012. El robo del agua en Doñana. Cinco casos de estudio. [En línea]. Disponible en: http://awsassets.wwf.es/downloads/informe_robodelaguaendonana_2.pdf. Fecha de consulta: 8 de febrero de 2014.
- WWF (2013). Informe 2013. Evaluación 2013 del cumplimiento de las recomendaciones del informe de la misión UNESCO-UIC-Ramsar a Doñana: resumen de prensa. [En línea]. Disponible en: http://awsassets.wwf.es/downloads/informe_unesco_ramsar_2013_resumen_prensa.pdf. Fecha de consulta: 8 de febrero de 2014.
- WWF (2014). El estuario en peligro por el dragado. [En línea]. Disponible en: http://www.wwf.es/que_hacemos/donana/cultivo_del_freson/estuario_del_guadalquivir2.cfm. Fecha de consulta: 8 de febrero de 2014.