

Universidad de Huelva

Departamento de Biología Ambiental y Salud Pública



Vegetación del manto eólico de Doñana

Memoria para optar al grado de doctora
presentada por:

Iciar López Albacete

Fecha de lectura: 16 de enero de 2009

Bajo la dirección de los doctores:

Pablo J. Hidalgo Fernández
Adolfo F. Muñoz Rodríguez

Huelva, 2009

ISBN: 978-84-92679-96-6
D.L.: H 117-2009

Universidad de Huelva

Facultad de Ciencias Experimentales

Departamento de Biología Ambiental y Salud Pública

Vegetación del manto eólico de Doñana

Itziar López Albacete

Tomo I



Universidad
de Huelva



**Universidad
de Huelva**

Departamento de Biología Ambiental y Salud Pública

**VEGETACIÓN DEL MANTO EÓLICO DE
DOÑANA**

Memoria presentada por Itziar López Albacete, para optar al Grado de Doctor

Fdo: Itziar López Albacete

Vº Bº Directores

Pablo J. Hidalgo Fernández

Adolfo F. Muñoz Rodríguez

Agradecimientos

El resultado de un proyecto siempre es trabajo de muchos, y este no es una excepción. Es difícil siempre expresar el agradecimiento a todas las personas que han colaborado en este de una u otra forma; en la mayoría de las ocasiones las palabras no hacen justicia a la realidad. A pesar de que el don de la escritura no sea mi fuerte intentaré transmitir, a todos los que han hecho posible que este trabajo salga adelante, mi más sincero agradecimiento.

A mis directores, Adolfo y Pablo, sin los que este trabajo nunca hubiera visto la luz, gracias por vuestro apoyo, confianza y dedicación.

Si alguien ha estado conmigo desde los comienzos y ha hecho posible que este trabajo vea la luz, así como otros muchos de mis pequeños logros en esta vida, esa ha sido mi familia. Agradezco a mis padres y hermanos su apoyo incondicional y sobre todo su fe en todos los proyectos que he iniciado a lo largo de mi vida, por ser como son y todo lo que me han enseñado sin pretenderlo, aquí estoy sobre todo gracias a ellos. En especial a mi hermana Rocío por ser para mí un ejemplo de fortaleza y lucha, por su alegría de vivir, por su cariño incondicional y por los numerosos halagos que siempre me ha dedicado, y que en la mayoría de las ocasiones no me los merezco.

A mis tíos María y Manolo, y a mis primos Miguel y Lucas por su alegría, por su comprensión y sobre todo por la implicación que han tenido en este proyecto, por haber compartido momentos maravillosos durante estos últimos años, que me han dado fuerzas para seguir adelante.

A Maripin por todos los momentos compartidos, los buenos y los malos, por el ejemplo que ha supuesto para mí su capacidad de lucha, por su pasión por este tipo de trabajos y su alegría. Por los excelentes días de campo que he pasado con ella, sin su compañía y apoyo nada de esto hubiera sido posible. Muchísimas gracias.

A mis compañeros del departamento que desde que llegue a Huelva me hicieron sentirme como una más. A Virgilio incansable compañero de campo, gracias a su compañía he disfrutado de momentos maravillosos, a Paquito por su ejemplo de lucha, por su amor por este trabajo de la investigación, tan gratificante y a veces poco reconocido, por su excelente sentido del humor que me ha hecho sonreír cuando creía que era imposible, a Clara que aunque haya llegado más tarde es como si llevara aquí desde el comienzo, por la alegría que transmite. A Belén, Alberto, Julio, Isaías, Javi y al resto de becarios que han trabajado en el departamento durante el desarrollo de este trabajo. Gracias a todos por los momentos vividos dentro y fuera de la Universidad.

A Carlines por todos los momentos que hemos compartido, dentro y fuera del campo. Por haber dejado en muchos momentos de lado su gran pasión por las aves y haberse dejado arrastrar por la mía con las plantas, eso ha hecho mejorar mucho este trabajo.

A Javitxu por su amistad, por hacer mucho más llevadero el día a día en el trabajo, por las conversaciones que he mantenido con él que han sido de gran ayuda para mí, por su sinceridad. A Francis por su apoyo, su alegría y por el cariño con que me ha tratado siempre haciéndome sentir como es casa.

A Auxi por haberme facilitado todo el trabajo administrativo que conlleva una tesis, sin su ayuda estaría todavía intentando adivinar que impreso hay que rellenar.

A Isidro por su confianza, por su generosidad, por su comprensión, por los buenos ratos que he pasado con él, por la energía que me ha sabido transmitir en los últimos momentos de este proyecto que no han sido fáciles. Por todo el cariño que me ha brindado, muchas gracias.

A Luis López que, aunque desde la lejanía, ha estado siempre pendiente de la evolución de este proyecto, el haberlo conocido ha sido muy gratificante y enriquecedor, sus magníficas sonrisas me han servido de aliento en muchas ocasiones, muchas gracias.

A mis amigos de siempre, Paco, Pepetrain, Tony, Álvaro, Ana y Gloria, que durante los últimos años no he podido verlos todo lo que me hubiera gustado, porque nuestras vidas han seguido rumbos diferentes. Todos han seguido la evolución de este proyecto con preocupación e interés y las pocas ocasiones en las que seguimos coincidiendo son muy gratificantes, y sobre todo divertidas. Ellos me ayudan a saber quién soy y de lo que soy capaz, gracias a todos.

A mis actuales compañeros de piso, Vicky y Pepe, que aunque los he conocido en la recta final de este proyecto, su irrupción en mi vida ha sido esencial para poder concluirlo con ánimo.

A Enrique Sánchez-Gullón, por su ayuda en muchos momentos con la determinación y búsqueda de especies, por su pasión por la flora y la naturaleza en general, por su disposición siempre para echar una mano, por ser un ejemplo de lucha incansable para que se conozcan mejor los valores naturales de esta provincia. Porque gracias a él y al trabajo que ha realizado durante muchos años, los que estudiamos la flora y vegetación de este entorno tenemos una información y conocimiento mucho mayor, y sobre todo darle las gracias por su generosidad a la hora de transmitirlo.

A Miquel Cáceres y Xavier Font por su ayuda con la estadística, a Pedro Jiménez por su ayuda con las determinaciones de las especies de la familia ciperáceas, que a muchos botánicos nos ponen los pelos de punta.

Por último y no por ello menos importante agradecer a la Consejería de Medio Ambiente su apoyo económico, ya que esta tesis no habría sido posible sin la financiación de los proyectos de cartografía de vegetación realizados gracias al convenio que se estableció con la Universidad de Huelva.

Muchas gracias a todos por haber contribuido, cada uno a su manera, a hacer posible que este proyecto sea haga realidad.

“Es un hecho universal que, en la realidad, las relaciones no se paran en ningún sitio, y el eterno y exquisito problema del artista no es otro que el de dibujar, en el marco de una geometría propia, el círculo dentro del cual aquellas relaciones parecerá, felizmente, que si lo hacen.”

Henry Miller, Roderick Hudson.

“Los tipos son meras agregaciones relativas en un campo de variabilidad”

Tuxen, 1955.

A mi familia, en especial a mi hermana Rocío

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS
(Tomo I)

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. ANTECEDENTES	3
1.2. OBJETIVOS	6
Capítulo 2. MATERIALES Y MÉTODOS	11
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	11
2.1.1. Origen y geomorfología	13
2.1.2. Edafología	20
2.1.3. Hidrología	24
2.1.4. Meteorología y bioclimatología	30
2.1.5. Biogeografía	35
2.1.6. Intervención humana	36
2.1.7. Protección	42
2.2. METODOLOGÍA EMPLEADA	44
2.2.1. Métodos de estudio de la vegetación	44
2.2.2. Fases metodológicas en fitosociología sigmatista	46
2.2.3. Aplicación de la fitosociología numérica al análisis de los inventarios	48
Capítulo 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
3.1. VEGETACIÓN	55
3.1.1. Esquema sintaxonómico	55
3.1.2. Descripción de las comunidades	65
I. Vegetación acuática flotante, sumergida o enraizada	66
IA. Vegetación de aguas dulces	66
II. Vegetación dulciacuícola fontinal, anfibia y turfófila	81
IIA. Vegetación primocolonizadora efímera	81
IIB. Vegetación lacustre, fontinal y turfófila	95
III. Vegetación litoral y halófila	121
IIIA. Vegetación de las dunas costeras	121
IIIB. Vegetación halófila costera y continental	130
IV. Vegetación casmofítica, glerícola y epifítica	135
IVA. Vegetación casmofítica	135
V. Vegetación antropógena, de lindero de bosque y megafórbica	137
VA. Vegetación antropógena	137
VB. Vegetación de lindero de bosque y megafórbica	152
VI. Vegetación pratense y pascícola	156
VIA. Pastizales terofíticos	156
VIB. Pastizales y prados vivaces xerofíticos y mesofíticos	161

VIC. Vegetación de praderas antropizadas por siega y pastoreo ..	164
VII. Vegetación serial subfruticosa, fruticosa y arbustiva	181
VIIA. Vegetación serial subfruticosa	181
VIIB. Vegetación serial arbustiva y de margen de bosque	192
VIII. Vegetación potencial forestal, preforestal, semidesértica y desértica: bosques, arbustedas, semidesiertos y desiertos	196
VIII A. Arbustedas y bosques palustres, quionófilos o primocolonizadores riparios	196
VIII B. Vegetación climatófila y edafófila potencial mediterránea y eurosiberiana	204
3.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS NUMÉRICO	218
3.2.1. Métodos partitivos	218
3.2.2. Validación del modelo de clasificación	227
3.3. ÍNDICES DE DIVERSIDAD	229
3.4. DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN POR UNIDADES DE PAISAJE	238
3.4.1. Arenas estabilizadas	238
3.4.1.1. Lagunas	238
3.4.1.2. Turberas	263
3.4.1.3. Zacallones	268
3.4.1.4. Sotos	268
3.4.1.5. Cotos	273
3.4.1.6. Infraestructuras de origen antrópico.....	281
3.4.2. Médano del Asperillo	282
3.4.2.1. Acantilado	282
3.4.2.2. Arenas Gordas	284
3.4.3. Playas	286
3.4.4. Tren de dunas móviles	288
3.4.5. Cordones litorales.....	295
3.4.6. Vera	300
3.5. FLORA	307
3.5.1. Especies alóctonas localizadas en la zona de estudio	307
3.5.2. Síntesis de la flora alóctona presente en la zona de estudio.....	351
3.5.3. Análisis del catálogo florístico	358
3.5.3.1. Grupos taxonómicos y familias botánicas	358
3.5.3.2. Análisis de las formas vitales	360
3.5.3.3. Grado de protección de la flora	362
Capítulo 4. CONCLUSIONES	367
5. ÍNDICE FITOSOCIOLOGICO	373
6. BIBLIOGRAFÍA	383

(Tomo II)

ANEXO I	1
ANEXO II	99
ÍNDICE FLORÍSTICO	451

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

1.2. OBJETIVOS

1.- INTRODUCCIÓN

El presente trabajo consiste en un estudio de la vegetación del denominado Manto Eólico que se desarrolla dentro del espacio protegido de Doñana, incluyendo parte del Parque Nacional, el Parque Natural y el Monumento Natural del Médano del Asperillo, situados en la zona este del litoral onubense. El trabajo se ha englobado en el Proyecto de “Información ecológica básica relativa a la vegetación y hábitats naturales de la provincia de Huelva” sufragado por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

Dentro del área incluida en este proyecto, la elección de la zona de estudio se ha basado en dos criterios principales. Por una parte, el origen común de esta zona y su sustrato le confieren homogeneidad; mientras que por otra parte su carácter de espacio protegido infiere interés y aplicación a los resultados obtenidos.

Existen numerosos trabajos relacionados con la vegetación de Doñana, en su mayoría realizados en la Reserva Biológica y en el sistema de dunas móviles, existiendo un vacío de información en el territorio ocupado por el Parque Natural. En el presente estudio se pretende realizar una síntesis de la vegetación del manto eólico del Espacio de Doñana y poner de manifiesto los posibles cambios que ha sufrido la cubierta vegetal desde que se realizaron los primeros trabajos de vegetación de la zona, hace más de dos décadas.

1.1.- ANTECEDENTES

En este apartado se describen algunos de los trabajos que versan sobre vegetación y flora, realizados a lo largo de la historia en el ámbito del área de estudio.

Según García-Novo & Marín-Cabrera (2005) existen evidencias de recolecciones botánicas en el territorio que hoy en día ocuparía el espacio protegido de Doñana, desde principios del siglo XIX. Las primeras prospecciones de las que se conservan pliegos en el herbario de la Universidad de Sevilla fueron de Pedro Abad, quien estuvo a cargo de un jardín botánico creado por la Tertulia Hispalense. Tras él fueron varios los botánicos que, según los citados autores, realizaron incursiones botánicas por la zona:

- Claudio Boutelou recorrió las marismas, las islas y la margen izquierda del Guadalquivir.
- Mariano Lagasca, discípulo de Cavanilles, recorrió en el verano de 1823 la margen derecha del Guadalquivir desde Coria hasta Coto del Rey, proporcionando el primer listado de flora de Doñana que comprendía 22 especies, entre las cuales tres fueron descritas por él: *Loeflingia baetica*, *Ononis subspicata* (= *Ononis baetica*) y *Malva anodaiformis* (= *Malva hispanica*).
- Miguel Colmeiro, que ocupó la cátedra de Botánica de la Universidad Hispalense desde 1847 a 1857, realizó numerosas prospecciones botánicas por la zona sobre todo por el municipio de Almonte, recolectando ejemplares de sabina y enebro en los cotos y varias especies de brezos de las zonas deprimidas.

- En 1913 Francisco Barras Aragón, que ocupaba la cátedra de Mineralogía, Zoología y Botánica de la Universidad Hispalense, ordena el herbario depositado en dicho centro, completándolo con nuevas recolecciones que se realizan en Doñana y en las orillas del Guadalquivir.

Todos estos pliegos se incorporaron al Herbario Histórico de la Universidad de Sevilla, lugar donde se conserva todo este legado científico.

Algunos autores como Vicioso (1947) ya indican en su trabajo “*Notas sobre la Flora Española*” la recolección de algunos ejemplares en los términos municipales de Almonte y Moguer, en la actualidad integrantes del Parque Nacional y Parque Natural de Doñana. Bruno Weickert realizó recolecciones en la provincia de Huelva entre los años 1950-1974, publicadas posteriormente por Sánchez-Gullón & Weickert (2002).

Tras la declaración en 1964 de la Reserva Biológica, Doñana se convierte en un objetivo prioritario de investigación, no obstante, hasta mediados de la década de los 70 no se publicaron los primeros trabajos relacionados con la flora y vegetación de este espacio. Si bien Cabezudo (1974) incluye en su trabajo sobre la flora de Huelva algunos taxones recolectados en Doñana, los trabajos de flora específicos de Doñana comenzaron con los estudios realizados por Galiano & Cabezudo (1976) sobre la flora de la Reserva Biológica de Doñana. En 1979 Cabezudo amplía este trabajo con una nueva publicación y al año siguiente Castroviejo & al. (1980) publican un trabajo con 292 novedades corológicas para Doñana.

A estos estudios de gran envergadura sobre la flora de Doñana, le suceden numerosas citas corológicas que han enriquecido y lo siguen haciendo el catálogo florístico de dicho espacio. Algunas incluyen nuevas descripciones de especies para la flora española como el trabajo de Romero-Zarco & Cabezudo (1983) donde describen un nuevo género de gramínea *Micropyropsis* y una nueva especie *Micropyropsis tuberosa*; Castroviejo (1986) describe *Nasturtium valdes-bermejoi*; Valdés & al. (1977) describen *Linaria tursica*; García-Martín & Silvestre (1990) describen *Daucus arcanus*; y Castroviejo & Talavera (1998) describen *Adenocarpus gibbsianus*. En total un género nuevo y cinco especies nuevas para la flora española descritos con ejemplares de Doñana. Otras muchas de estas citas son novedades florísticas para Doñana, que han contribuido a poner en valor la flora y vegetación de este espacio. A continuación se citan algunas de ellas por orden cronológico: Prada & al. (1986), Cirujano & al. (1992), Martín-Laborde & Castroviejo (1992), Hellman & Hellman (1993), García-Murillo & Sousa (1995), Espinar & al. (1997), Lora-González & Vivero-Pol (1998), Sánchez-Gullón (1999), Valdés & al. (2005a, b y c), Sánchez-Gullón & al. (2006a y b), Valdés & al. (2006a y b), Fernández-Zamudio & al. (2006), Jiménez-Mejías & al. (2007a y b), López-Albacete & al. (2007a y b), Valdés & al. (2007a y b).

Uno de los primeros tratados de fitosociología de la provincia de Huelva lo lleva a cabo Burguers (1948) en las arenas aluviales y diluviales del sur de la provincia. En su estudio no cita localidades concretas, pero parece ser por el paisaje que describe que se refiere a los pinares que hoy en día integran el Parque Natural de Doñana. Posteriormente, en la década de los setenta, aparecen los trabajos relacionados con la vegetación de Doñana realizados por Allier & al. (1973) sobre la dinámica actual y la vegetación de los sistemas dunares de Doñana. A este estudio le siguió otro de mayor envergadura que daría lugar al

Mapa Ecológico de la Reserva Biológica, realizado por Allier & al. (1974), y el tratado sobre el sistema de dunas (García-Novo & al., 1975) donde se describe la dinámica del sistema dunar, relacionando los distintos tipos de vegetación con la movilidad del sustrato mediante análisis matemáticos.

A estos estudios les siguieron otros específicos sobre vegetación. Allier & Bresset (1975) realizaron un estudio sobre la vegetación de las marismas de la Reserva Biológica. En este trabajo describen las comunidades de la marisma, así como las comunidades halófilas presentes en los corrales interdunares. En 1977 el ICONA publicó una monografía que incluye varios artículos sobre la vegetación de Reserva Biológica de Doñana, entre ellos los realizados por el equipo de Allier aplicando el método fitosociológico: en Allier (1977) se describe la vegetación psamófila del litoral de la Reserva Biológica; en Allier & al. (1977), los pastizales del borde de la marisma; y en Allier & Bresset (1977) la vegetación de la marisma. El resto de los trabajos versan sobre vegetación pero desde un punto de vista ecológico, entre ellos cabe destacar los de Torres-Martínez & al. (1977) que describen la estructura y variación de la vegetación de la marismas de la Reserva Biológica de Doñana, y los de Ramírez & al. (1977) que describen la vegetación del sistema de dunas y arenas estabilizadas. Esta obra es uno de los primeros tratados de vegetación integral de Doñana.

En los años siguientes Costa & al. (1977) describen una nueva asociación de los terófitos efímeros de las dunas fósiles del coto de Doñana, que tiene como protagonista a *Linaria tursica*. Tras estos trabajos no será hasta 1980 cuando Rivas-Martínez & al. (1980) realicen el tratado más completo que existe hasta nuestros días de la vegetación de Doñana. En este estudio no se limitan a estudiar solo la Reserva Biológica, si no que amplían su área de estudio a todo el Parque Nacional de Doñana. En posteriores trabajos de vegetación realizados a nivel nacional (Rivas-Martínez, 1987) o a nivel regional (Valle 2003 y 2004) se hace referencia a las comunidades vegetales presentes en Doñana pero ya no se trata de estudios específicos de la zona.

A partir de los 90 se realizan en la zona numerosos trabajos sobre la ecología de la vegetación, como el de Montes & al. (1998) donde se realiza un estudio desde el punto de vista ecosistemático, caracterizando los distintos ecosistemas del Parque Nacional y Reserva, basándose en la relación producción-conservación de los mismos. Esta memoria da como resultado final el Mapa Ecológico de Doñana a escala 1:40.000. Además deben mencionarse los estudios sobre los enebrales costeros de Muñoz-Reinoso (2003, 2004a y b) y el trabajo de García-Viñas & al. (2005) sobre la vegetación de la marisma del Parque Nacional de Doñana, donde se relacionan diferentes factores ambientales como la salinidad, la topografía y la lámina de inundación con la vegetación. Por último nombrar los trabajos realizados por Muñoz-Reinoso (2001) y Muñoz-Reinoso & García-Novo (2005) donde describen la relación entre la capa freática y la vegetación de matorral en la Reserva Biológica de Doñana.

En el ámbito del Parque Natural, los trabajos sobre la vegetación han sido muy escasos; destacar los realizados por García-Murillo & Sousa (1997) sobre los cambios históricos de la vegetación en el Abalario y García-Murillo & Sousa (1999) sobre el paisaje vegetal de la zona oeste del Parque Natural de Doñana.

Por otro lado se han realizado en la zona diversos trabajos de paleobotánica, de los que cabe mencionar los de Stevenson (1984, 1985a y 1985b) y Stevenson & Moore (1988) realizados a partir de catas de suelo del Parque Nacional y del Asperillo, que ponen de manifiesto datos sobre la vegetación existente en el área de estudio hace miles de años.

1.2.- OBJETIVOS

La finalidad del presente trabajo se puede resumir en los siguientes objetivos:

- Testar la eficacia de los análisis multivariantes en la clasificación de los inventarios de vegetación en diferentes comunidades vegetales, mediante el análisis de las agrupaciones de inventarios obtenidos a través de la fitosociología numérica, y su comparación con las asociaciones ya descritas desde el punto de vista tradicional de la fitosociología sigmatista, basada en parte en la presencia de especies características.
- Realizar un catálogo de las unidades de vegetación presentes en la zona de estudio. Se trata de elaborar un inventario de todas aquellas comunidades que presenten homogeneidad desde el punto de vista de su fisonomía y de su composición florística, y que se repitan de forma regular en hábitats con condiciones similares, en definitiva, que constituyan asociaciones fitosociológicas. El interés de este catálogo radica en la posibilidad de establecer hábitats prioritarios de cara a su conservación, orientando la gestión dentro de estos espacios protegidos.
- Estudio del paisaje. Las distintas unidades se alternan en función de la forma en la que cambian las condiciones a lo largo de los distintos gradientes ecológicos. Esto da lugar a patrones paisajísticos que se repiten en la zona, y cuyo estudio incide en una mejor comprensión de la heterogeneidad de la vegetación existente.
- Evaluación del estado de conservación y análisis de amenazas. Una vez cumplimentados los objetivos anteriores, se poseerá una idea de cómo las distintas perturbaciones que han actuado y que siguen actuando en el espacio de estudio alteran la estructura, composición y dinámica de la vegetación, pudiendo establecerse prioridades de conservación en función de su situación legal, en función de la normativa existente, y en función del riesgo que sufren estas comunidades en la zona.
- Catálogo de taxones presentes en la zona de estudio. A resultas del estudio de la vegetación, se adquieren valiosos datos sobre la flora, aún no siendo el estudio de ésta exhaustivo, ya que no es el objetivo principal de este trabajo. Sin embargo, se adquieren importantes datos acerca del comportamiento ecológico en la zona de los taxones presentes.
- Incidencia de las especies alóctonas. A partir del catálogo florístico se puede cuantificar las abundancias de especies introducidas en esta área, pudiendo además enumerarse los medios en los que habitan y realizar hipótesis sobre las causas de su introducción y su capacidad para alterar los ecosistemas.

Para cumplimentar estos objetivos, el presente estudio recoge los resultados en dos bloques, uno dedicado a la vegetación y otro dedicado a la flora. En el primero se establece el catálogo sintaxonómico de las comunidades identificadas y se analiza el paisaje a nivel de grandes hábitats, separados en función de las distintas unidades geomorfológicas que se presentan en la zona, cuyo diferente origen y dinámica, condicionan los distintos tipos de vegetación que se desarrollan en cada una de ellas. Estas unidades son: sistema de dunas móviles, arenas estabilizadas, playa, acantilado del asperillo, cordones litorales y zona de contacto entre marismas y arenas o vera. En el desarrollo de este bloque es donde se analiza el estado de conservación y las amenazas de las comunidades integrantes en cada tipo de hábitat.

A continuación, se exponen los resultados obtenidos tras la aplicación de análisis matemáticos basados en la composición florística de los inventarios de vegetación, los cuales son analizados de forma crítica en función de la coincidencia de los grupos determinados con unidades sintaxonómicas.

El segundo bloque se destina al análisis de la flora, aportando un catálogo florístico donde se incluyen las especies registradas durante este estudio, así como las citadas en otros estudios en el manto eólico de Doñana, que no han sido detectadas durante la duración de este trabajo, además de las presentes en los territorios incluidos en el Espacio Natural de Doñana que han sido excluidos de la zona de estudio. Se comentan aparte los taxones alóctonos, aportando un listado y analizando su incidencia en las distintas comunidades vegetales, dado su especial interés al tratarse de un espacio protegido.

Capítulo 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.2. METODOLOGÍA EMPLEADA

2.- MATERIALES Y MÉTODOS

El presente capítulo se desarrollará describiendo en primer lugar la zona de estudio desde los distintos puntos de vista que pueden haber determinado o influido en su vegetación, incluyendo tanto los factores pretéritos como los actuales. Además de los factores ambientales del medio, se analizan las acciones humanas que actúan o han actuado en la zona, y que ayudarán en el desarrollo de los resultados a explicar su vegetación actual.

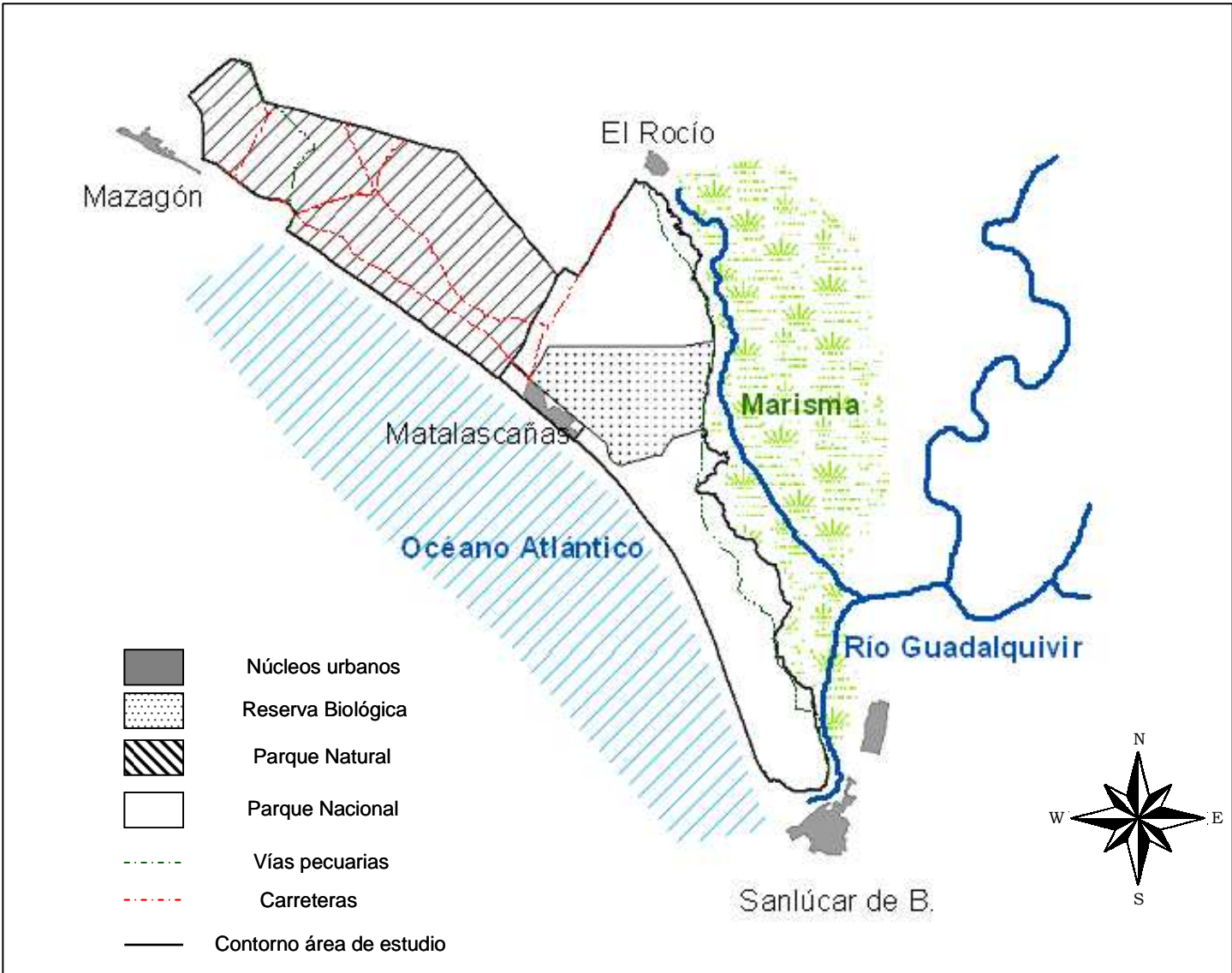
2.1.- DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio comprende el denominado manto eólico, incluyendo casi la totalidad del Parque Natural de Doñana y gran parte del Parque Nacional y de la Reserva Biológica de Doñana, con la exclusión de las zonas de marisma, la zona de especial protección del arroyo de la Rocina y los terrenos situados al norte de la marisma del Rocío, por no ser considerados manto eólico en función de la naturaleza de sus sustratos.

En el Mapa 1 se muestra un esquema del territorio sujeto a estudio. El límite este de la zona lo marca la marisma y la desembocadura del Guadalquivir; el límite sur lo determina el océano Atlántico; el límite oeste lo marca el límite del Parque Natural; y por último, el límite norte lo marca el límite del Parque Natural al oeste, delimitado por la línea de la Mediana, y la aldea del Rocío al este.

Las unidades geomorfológicas que comprende la zona de estudio son: del territorio del Parque Nacional se incluyen la vera -zona de contacto con la marisma-, el tren de dunas móviles, los cordones litorales de Marismillas y las arenas estabilizadas, del territorio del Parque Natural se incluyen el médano del Asperillo, la playa, y las arenas estabilizadas del Abalarío.

La elección del ámbito de estudio se ha basado en dos criterios. Por un lado se han incluido las zonas de Doñana, que han sido objeto de estudio en los proyectos de cartografía de la vegetación, financiados por la Consejería de Medio Ambiente, mencionados al inicio del capítulo de introducción. Con el objetivo de darle uniformidad al trabajo, de estas zonas se han elegido aquellas bajo alguna figura de protección y cuyos límites coinciden con dos de los cuatro ecodistritos propuestos por Montes & al. (1998) en el mapa ecológico de Doñana: el Ecodistrito eólico del litoral El Abalarío-Doñana, que comprende el sector dominado por arenas silíceas y una morfodinámica eólica, y el Ecodistrito Costero de Doñana vinculado al desarrollo de la morfodinámica costera con evolución de playas relictas y actuales de arenas con elementos biogénicos carbonatados. De esta forma, el área de estudio recoge las distintas formaciones de arenas de origen eólico presentes en Doñana, la zona de ecotono entre las arenas y las arcillas de la marisma, denominada vera, y las playas de origen sedimentario.



Mapa 1. Límites del área de estudio.

2.1.1.- Origen y geomorfología

El marco geológico de la zona de estudio, a grandes rasgos, depende de la evolución tectónica y sedimentaria del Bajo Guadalquivir. En buena parte se ha ido modelando, tras la retirada del mar durante el Plioceno, por el desarrollo de la red fluvial, la sedimentación marina y los depósitos eólicos dunares. Los procesos geológicos que han dado lugar a la geomorfología actual en la zona de estudio, han sido descritos en varios trabajos realizados por Zazo & al. (1994), Rodríguez-Ramírez & al. (1996), Rodríguez-Ramírez (1998) y Rodríguez-Ramírez & Clemente (2002).

En el presente apartado se describen las diferentes unidades geomorfológicas que conforman el paisaje actual, por ser uno de los factores de mayor incidencia en la distribución y dinámica de la vegetación, especialmente en el área de estudio que nos ocupa. La cubierta vegetal se desarrolla sobre las arenas cuaternarias de origen eólico-marino, que han sido movilizadas, por los vientos dominantes hacia el interior del continente, dando lugar a unos extensos sistemas dunares más o menos estabilizados. Estos depósitos eólicos encuentran su límite norte en la plataforma detrítica pliocena, hacia el sur limitan con el océano Atlántico y hacia el oeste lo hacen con la marisma, de origen fluvio-marino.

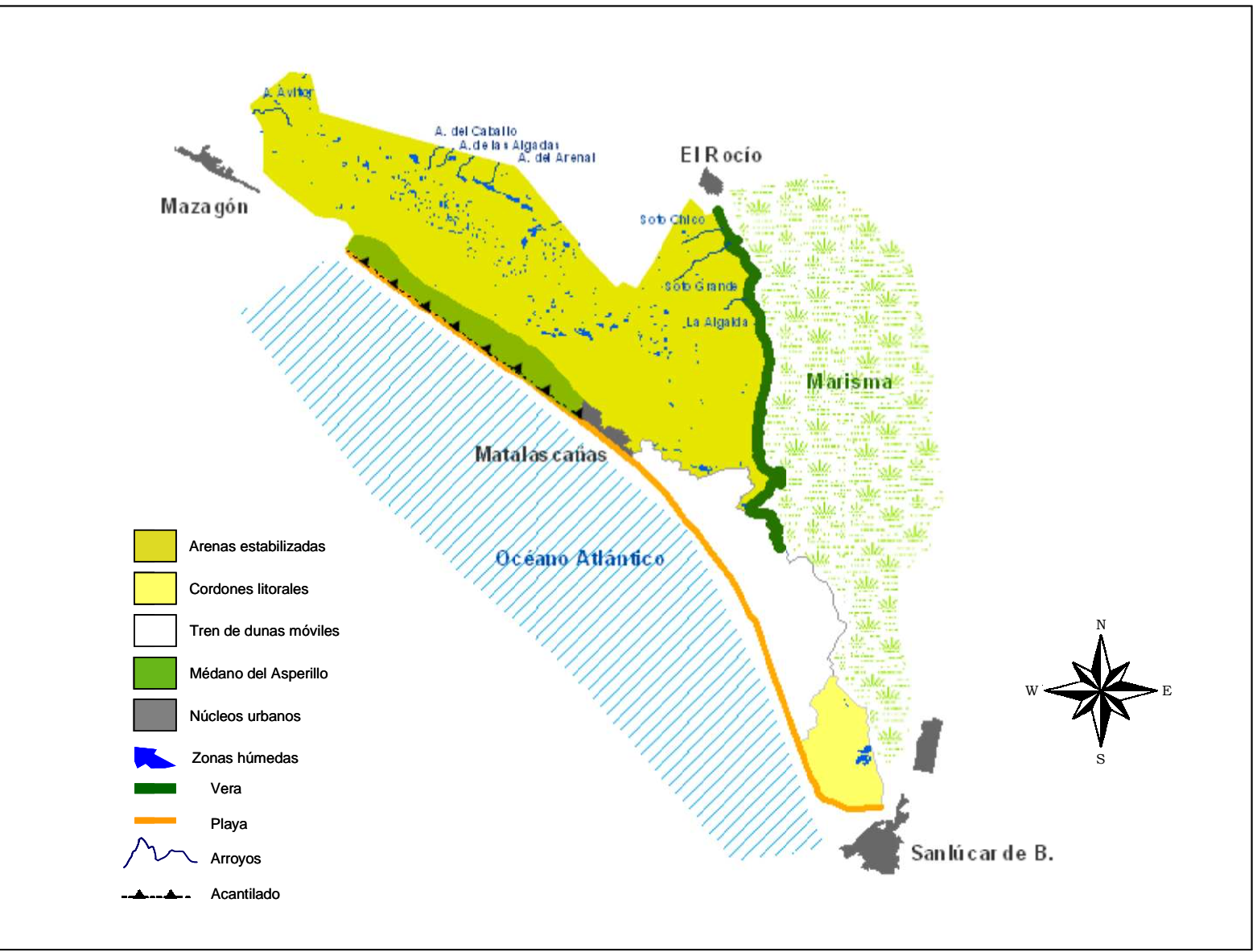
Se distinguen las siguientes unidades en el área de estudio: médano del Asperillo, playas, arenas estabilizadas, sistema de dunas móviles, cordones litorales y vera. Los límites de cada una de ellas se muestran en el Mapa 2. A continuación se hace una breve descripción de cada una de ellas por separado.

Médano del Asperillo

El Médano del Asperillo consiste en una elevación del terreno que discurre en contacto con la playa desde Matalascañas hasta Mazagón, presentando las mayores cotas de la zona enfrente del mar. Lo integran tres unidades de origen y dinámica muy diferente que son el acantilado arenoso, el complejo dunar de Arenas Gordas y las playas asociadas a dicho acantilado. Los límites del Médano los marcan el océano Atlántico hacia el sur, la carretera de Mazagón-Matalascañas hacia el norte, hacia el este el núcleo urbano de Matalascañas, donde los sistemas eólicos activos fosilizan las estribaciones del acantilado, y hacia el oeste sus límites coinciden con el núcleo urbano de Mazagón.

El complejo denominado Arenas Gordas, lo integran sistemas eólicos activos, que avanzan hacia el interior en dirección noreste, cabalgando sobre los otros ya inactivos. Los distintos episodios dunares presentan un gran solapamiento, lo que hace difícil su diferenciación, según Rodríguez-Ramírez (1998) esto es indicativo de que el complejo de Arenas Gordas se ha formado en un tramo costero en continuo retroceso.

La presencia del acantilado y el retroceso costero al que está sometido este tramo, hacen que este complejo dunar, sea muy diferente al presente en la flecha litoral de Doñana, que se estudiará más adelante. Presenta alturas que en ocasiones alcanzan los 113 m y un escaso desarrollo de los sistemas dunares activos hacia el interior.



que lo atraviesan excavando profundos cañones, y las surgencias de agua que manan de la base del acantilado en la vertiente de la playa, que son consideradas como parte de las descargas del acuífero situado bajo el manto eólico, del que se tratará más adelante. Esta zona dunar ha sufrido una gran transformación debido a las tareas de reforestación con pino que se realizaron en los años 40 para impedir el movimiento de las arenas hacia el interior.

El origen del acantilado arenoso del Asperillo, según Zazo & al. (1994), coincide con el último ascenso a gran escala del nivel del mar (transgresión Fladriense) que tuvo su máximo en este sector hace alrededor de 6500 años, tras la finalización del último periodo glacial (Würmiense). Este ascenso del nivel del mar provocó un rápido e importante retroceso costero con gran desarrollo de acantilados.

Según Rodríguez-Ramírez (1998) la dinámica actual de este acantilado depende de la dinámica marina predominante en cada uno de sus tramos. Presentando en la actualidad zonas activas, donde todavía predominan los procesos erosivos, y zonas no activas, donde ha cesado la erosión y se ha dado paso a procesos sedimentarios que han generado playas, dunas o marismas.

Según este autor, es inactivo en sus márgenes oriental y occidental, con una parte central activa. Desde Torre del Loro hasta Matalascañas, existen evidencias claras de que es el tramo donde ha retrocedido en mayor medida en los últimos cien años, testigo de este hecho, son las torres de almenara construidas en el siglo XVI y principios del XVII, que actualmente se encuentran en el mar en mayor o menos grado de destrucción (Torre del Loro, del Asperillo y La Higuera). Sin embargo, las torres construidas al este del Médano, en la flecha litoral de Doñana, se encuentran tierra adentro (Torre de San Jacinto, Salabar y Carbonera). En la Figura 1 se observa la posición de las torres de almenara en un mapa realizado en el año 1768, procedente del Archivo de la fundación Casa de Medina Sidonia, tomado de la obra "A través de



Figura 1. Mapa procedente del Archivo Fundación Casa de Medina Sidonia, elaborado en 1768 con motivo del pleito del cobro de tributos de las salinas de Doñana. Tomado de la obra de Juan Luis Carriazo Rubio "A través de Doñana en el siglo XVII" (1999).

Doñana en el siglo XVII” de Juan Luis Carriazo (1999). En el tramo entre Mazagón y la Torre del Loro, excluido de la zona de estudio, el acantilado se presenta como relicto, presentando zonas de derrumbamientos, debido a la escasa cohesión de las arenas que lo forman, y a las capas de turba que actúan como superficies de despegue. Los materiales procedentes de la erosión del acantilado son transportados por la corriente de deriva predominante, en dirección SE y depositados en la flecha litoral de Doñana.

En resumen el acantilado es un elemento dinámico que sigue modelándose de diferentes maneras según el proceso dinámico marino predominante en cada sector. En este modelado en los últimos años habría que incluir la influencia antrópica como un factor más, ya que la construcción del dique Juan Carlos I es posible que haya afectado al transporte y orientación de los sedimentos marinos, así como a las zonas de erosión activa.

Playas

En la zona de estudio la playa es continua, sin interrupción alguna, desde Mazagón hasta la desembocadura del Guadalquivir, presentando una longitud aproximada de 60 Km. En general las playas incluidas en la zona de estudio se caracterizan por estar constituidas por arenas silíceas, y por la presencia de mareas con grandes oscilaciones diarias y estacionales, presentando una franja intermareal que varía desde los 100 hasta los 300 metros.

El tramo comprendido entre la desembocadura del Guadalquivir y Matalascañas se desarrolla sobre la flecha litoral de Doñana, constituyendo la línea de inicio de los frentes dunares que forman el sistema de dunas vivas que caracteriza esta zona. En este tramo se registra en la actualidad un avance en el frente de playas en base a la deposición de sedimentos, de forma que gran parte del sistema dunar se dispone cabalgando sobre antiguas líneas de playas sepultadas. Una vez más puede citarse la actual situación en el interior de las torres de almenara de esta zona, como pruebas de este avance.

La existencia de estas líneas de playas antiguas, frecuentes en la flecha litoral de Doñana, además de ser testigo de la distinta situación del nivel del mar en diferentes épocas, tienen importantes implicaciones en el desarrollo de determinadas comunidades vegetales. La presencia de niveles conchíferos en las depresiones interdunares, donde estas playas fósiles quedan al descubierto dando lugar a suelos arenosos con una alta proporción de carbonatos, unido a la cercanía del nivel freático en estas depresiones, provoca la formación de enclaves húmedos muy singulares ricos en calcio y en materia orgánica.

En el tramo comprendido entre Matalascañas y el arroyo del Loro, la playa se encuentra adosada al acantilado, estando así más expuesta a los cambios de la dinámica marina y siendo menor la extensión libre de arenas por encima de la línea de pleamar, llegando en algunos puntos las mareas altas a alcanzar la base del acantilado, por lo que no se desarrollan comunidades vegetales propias de estos medios en dichos enclaves.

Con respecto a la composición de las arenas, las zonas de mayor influencia antrópica y, por tanto, de mayor nitrificación, se localizan en las zonas accesibles, que se concentran principalmente en torno al acceso por la Cuesta de Manelli, el sendero de la Laguna del Jaral y en todo el entorno de Matalascañas.

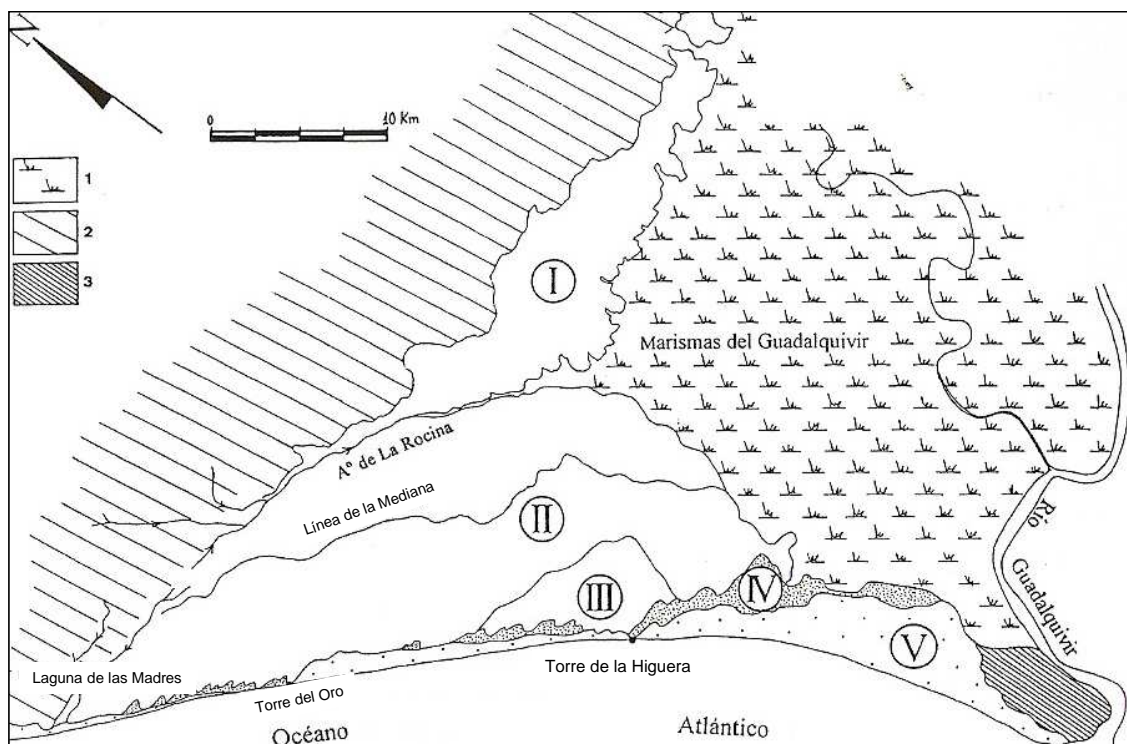


Figura 2. Relación de los sistemas eólicos (I, II, III, IV y V) presentes en Doñana y su entorno. 1. Marisma; 2. Plataforma detrítica pliocena; 3. Cordones litorales. Fuente Rodríguez-Ramírez (1998).

Arenas estabilizadas

Los distintos sistemas eólicos que integran lo que se llama de forma general manto eólico, forman un complejo conjunto de mantos de diferentes edades y dinámicas, reflejo de los diferentes procesos geológicos y climáticos que han dominado en épocas pretéritas y que predominan en la actualidad. Estos sistemas se encuentran cabalgando unos sobre otros, siendo su interpretación y análisis complejo. Dada la importancia que representan en la interpretación de la vegetación y el paisaje de la zona, al ser la formación geomorfológica que ocupa una mayor extensión, se describen a continuación algunos de los aspectos que los caracterizan. Para describir la situación y dinámica actual de estos sistemas, se ha seguido la obra de Rodríguez-Ramírez (1998), de la que se extraen a modo de síntesis las principales características, los límites y la dinámica de los cinco sistemas eólicos que se presentan en la zona de estudio. La Figura 2 se ha tomado de dicha obra, con la intención de ofrecer un esquema de la situación de los distintos sistemas eólicos de fácil interpretación.

En primer lugar se pueden distinguir dos tipos de sistemas eólicos, según la dinámica actual que los rige: sistemas eólicos activos y sistemas eólicos estabilizados. Los sistemas eólicos estabilizados presentan su máximo desarrollo en el Abalario, donde se desarrolla un extenso campo de dunas muy evolucionadas que se adentran en el continente. En el área de estudio están representados los sistemas I, II y III.

El sistema I comprende en la zona de estudio la zona norte de la vera y hacia el interior limita con la carretera que une El Rocío y Matalascañas.

El segundo sistema se extiende desde la laguna de las Madres hasta las marismas del Guadalquivir, limitando hacia el norte con el límite del afloramiento del sistema primero, y por el sur con la base del médano y las zonas cubiertas por el sistema tercero. Las principales características de este sistema son la presencia de un sistema de lagunas endorreicas muy desarrollado y un gran desarrollo dunar fijado por la vegetación.

El tercer sistema se sitúa cabalgando sobre el anterior en la zona norte de la localidad de Matalascañas, presentando un frente con numerosas lagunas en la zona de contacto entre ambos sistemas.

El factor responsable de la variabilidad en el paisaje de los sistemas estabilizados es la profundidad de la capa freática, muy relacionada con la topografía del terreno, de manera que la mayor o menor potencia de las arenas, la profundidad de la capa freática, y la presencia de numerosas lagunas de carácter temporal, son los factores que van a determinar la vegetación que se desarrolla en estos sistemas. En Doñana se distinguen dos subunidades, cuyos términos son muy utilizados en la mayoría de los trabajos de vegetación: manto arrasado y las naves. El manto arrasado corresponde a los modelados erosionados por deflación eólica y escorrentía superficial del primer sistema y áreas más degradadas del segundo. El nivel freático se encuentra cercano a superficie, aflorando en numerosos puntos en la época húmeda. En esta zona la vegetación que se desarrolla es más higrófila, predominando el monte negro y los pastizales higrófitos de diversa índole. Las naves corresponden a las zonas más altas y de modelado dunar mejor conservado del tercer sistema eólico y las áreas menos degradadas del segundo. La capa freática se encuentra a gran profundidad y la vegetación que se desarrolla en estas zonas es la de carácter más xérico.

Las arenas estabilizadas presentan diferentes alturas sobre el nivel del freático, factor que va a determinar los diferentes tipos de matorral y pastizal, así como la presencia de numerosas lagunas endorreicas de carácter temporal, que albergan numerosas comunidades vegetales adaptadas a estas condiciones oscilantes.

Sistema de dunas móviles

Los sistemas eólicos activos presentan un gran dinamismo, desplazándose en la actualidad en dirección SO a NE. En su avance entierran tanto a los sistemas estabilizados, como a la marisma. Dentro de estos sistemas según su cronología relativa respecto a los sistemas estabilizados más antiguos se diferencian dos: el cuarto sistema y el quinto sistema eólico.

El cuarto sistema eólico se sitúa a lo largo de la línea de costa desde la Laguna de las Madres hasta Doñana. Desde Matalascañas hacia el este forma la parte interior de la flecha litoral de Doñana, y hacia el oeste se sitúa sobre el acantilado del Asperillo. En su sector oriental las dunas presentan un escaso desarrollo con alturas no superiores a los 15 m, que se encuentran semifijas por la vegetación. En su avance han dejado unas formaciones denominadas localmente “gusanos” localizadas en los valles interdunares que constituyen los restos de la parte trasera de la duna, fijada en su avance por el nivel freático y el desarrollo de la vegetación.

El quinto sistema eólico se extiende a lo largo de la toda la costa desde la Torre del Loro hasta la desembocadura del Guadalquivir. El sector que se desarrolla desde Matalascañas hasta la desembocadura del Guadalquivir, se caracteriza por el desarrollo de diversos trenes de dunas de gran continuidad lateral, que cabalgan sobre el sistema anterior y sobre la marisma. El primero de estos trenes de dunas es el de mayor importancia, alcanzando alturas de 30 m en el cerro de los Ánsares. Las depresiones interdunares o corrales presentan también una gran continuidad con débil desarrollo de gusanos. En su sector más occidental, por encima del acantilado desarrollado entre la Torre del Loro y Torre de la Higuera, se presenta un complejo dunar denominado Arenas Gordas, que alcanza su altura máxima en el Asperillo (113 m). Estas dunas cabalgan sobre el cuarto sistema eólico.

Las zonas de contacto entre los sistemas eólicos estabilizados y los activos dan lugar a la existencia de un conjunto de lagunas, de carácter permanente, que se han denominado lagunas peridunares. El agua de estas lagunas proviene de las descargas de los acuíferos de los frentes dunares activos, a los que se une el drenaje del agua de lluvia de los sistemas estabilizados. El resultado es un conjunto de lagunas dispuesto a lo largo de la línea de contacto entre los dos sistemas. El carácter permanente de estas zonas húmedas va permitir el desarrollo de un tipo de vegetación acuática, que no se desarrolla en el resto de zonas húmedas del territorio que presentan una temporalidad acusada.

El sistema de dunas móviles lo forman diversos frentes dunares con sus correspondientes valles interdunares. En este caso la movilidad y edad de las dunas, junto con la mayor o menor humedad edáfica de los corrales, serán los factores que determinen la variabilidad de las comunidades vegetales que se presentan en esta unidad.

Cordones litorales

En el extremo sureste del territorio, que abarca gran parte de la zona conocida como Marismillas, se localizan una serie de cordones litorales o líneas de playas antiguas, que junto con los sistemas eólicos activos descritos en el apartado anterior, configuran la flecha litoral de Doñana.

La flecha litoral nace en las formaciones dunares antiguas del Abalario, limita al sur con el océano Atlántico y hacia el este con la marisma. Se encuentra fosilizada por los trenes de dunas activos que ocupan la mayoría de su superficie, dejando en la zona sur, evidencias de los cordones litorales que han ido formando esta flecha en las épocas donde han predominado los procesos de sedimentación frente a los erosivos, provocando el retroceso de la línea de costa y el avance de las arenas hacia el interior del continente.

Los cordones litorales corresponden a antiguas líneas de playa, testigos de la posición del mar en tiempos pasados. La morfología de estos cordones se corresponde con la morfología de dichas playas, presentando pequeñas depresiones, que corresponden a los antiguos surcos, y elevaciones que se corresponden con las antiguas crestas. Una característica importante de estas playas relictas es la presencia de los niveles conchíferos, relativamente cercanos a superficie, que aportan al sedimento arenoso una alta proporción de carbonatos, como consecuencia de su disolución al entrar en contacto con el agua subterránea. La cercanía de los depósitos marinos, las diferencias en la potencia de las arenas eólicas de deposición posterior y la presencia de pequeñas depresiones y crestas, es

decisivo para considerar a este conjunto de cordones litorales como una unidad independiente del resto.

Rodríguez-Ramírez (1998) distingue dos complejos de cordones litorales: los cordones litorales de Marismillas y los cordones litorales de San Jacinto. Las diferencias existentes entre ambos son la mayor o menor transformación de la morfología original de los depósitos de playa, debido a un las diferencias en la potencia de los depósitos de origen eólico posteriores, y la edad de estos cordones, siendo los más antiguos los de Marismillas.

En la zona de Marismillas el relieve correspondiente a las antiguas líneas de playa, es más evidente, dada la baja potencia de los sedimentos eólicos posteriores. Esto se refleja en los numerosos navazos existentes, que corresponden a zonas húmedas de forma alargada, antiguos surcos de playa. En los cordones de San Jacinto la potencia de las arenas es mayor, no presentando zonas húmedas.

En la parte más al sur, cercana a la desembocadura del río Guadalquivir, denominada punta del Malandar, se encuentran los cordones litorales de formación más reciente. La dirección de crecimiento de estos depósitos de origen marino es noreste, introduciéndose en el canal del Guadalquivir y cerrándolo progresivamente.

Vera

La zona de contacto entre los distintos sistemas de dunas estabilizados y la marisma da lugar a una zona de ecotono, denominada vera. Se sitúa formando una orla siguiendo la línea de contacto entre las arenas estabilizadas y la marisma, desapareciendo hacia el sur, cubierta por arenas móviles en su avance sobre la marisma. Esta surcada por una serie de caños que recogen el drenaje de los sistemas estabilizados. Se trata de un ecosistema de características propias, donde la mezcla entre los sustratos arenosos y los limos de la marisma, junto con una mayor humedad edáfica, así como una fuerte presencia de herbívoros, generan un paisaje vegetal muy rico y diverso de gran importancia ecológica. El contacto entre los sistemas de dunas activos, en concreto el cerro de los Ánsares y la marisma, da lugar gracias a la descarga de los acuíferos a un conjunto de lagunas higroturbosas, como el Hondón y la Retuerta, muy singulares dentro del territorio y que igualmente albergan una flora singular.

La vera, como ecotono entre la marisma y las arenas, presenta caracteres intermedios entre ambas, hecho que se refleja en la alta diversidad de comunidades que alberga, sobre todo de pastizales.

2.1.2.- Edafología

A partir de las unidades geomorfológicas descritas en el apartado anterior se han desarrollado suelos cuya evolución viene marcada por la antigüedad y el origen de los depósitos arenosos (eólicos o litorales), por la profundidad del nivel freático y, como consecuencia de ambos, por la densidad de la cobertura vegetal.

La clasificación de los suelos, que se va a seguir en este trabajo es la propuesta por Clemente-Salas & al. (1998) en su estudio sobre los suelos de Doñana. En la Tabla 1 se presenta un cuadro resumen con los suelos presentes en el área de estudio, y la vegetación asociada a cada uno de ellos, según los perfiles analizados por estos autores en el Parque Nacional de Doñana. Se han excluido, tanto de la descripción como del cuadro resumen, aquellos suelos que hacen referencia a la zona de marismas por no ser objeto de estudio del presente trabajo.

Tipo de suelo			Vegetación
Entisoles	Psamments	Xeropsamments	<i>Rhamno oleoidis-Juniperetum lyciae</i> <i>Artemisio crithmifoliae-Armerietum pungentis</i> <i>Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis</i> <i>Erico scopariae-Ulicetum australis</i> Formaciones de <i>Pteridium aquilinum</i> Eucaliptales Gamonales Pinar con elementos de <i>Rhamno oleoidis-Juniperetum lyciae</i>
			Orthents
	Aquepts	Psammaquepts	<i>Holoschoeno-Juncetum acuti</i> <i>Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae</i> <i>Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati</i> <i>Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae</i>
			Sulfaquepts
Inceptisoles	Umbrepts	Xerumbrepts	<i>Erico scopariae-Ulicetum australis</i>
	Aquepts	Humaquepts	<i>Erico scopariae-Ulicetum australis</i> <i>Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae</i> <i>Junco emmanuelis-Eleocharitetum multicaulis</i> Helechal de <i>Pteridium aquilinum</i> bajo eucaliptal
			Haplaquepts
Mollisoles	Xerolls	Palexerolls	Pastizal-juncal
		Calcixerolls	Pinar con matorral de <i>Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis</i>
	Aquolls	Calciquolls	Juncal <i>Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae</i>
		Argiaquolls	Pastizal
		Haplaquolls	<i>Erico scopariae-Ulicetum australis</i>
Alfisoles	Aqualfs	Natraqualfs	<i>Eryngio corniculati-Preslietum cervinae</i> <i>Scirpo fluitantis-Juncetum heterophylli</i>
Histosoles	Fibrístis	Medifibrístis	<i>Cladietum marisci</i> <i>Typho angustifoliae-Phragmitetum australis</i>

Tabla 1. Esquema de los diferentes tipos de suelos presentes en el área de estudio con la vegetación asociada a cada uno de ellos según Clemente-Salas & al. (1998).

A continuación se expone un resumen de las características de los suelos del sistema eólico de Doñana agrupados en cinco órdenes según la *Soil Taxonomy* de 1990, incluyéndose los

comentarios que Clemente-Salas & al. (1998) hacen sobre la vegetación que cubre los distintos suelos, y que se ha resumido en la tabla anterior:

Entisoles

Son los suelos más frecuentes en el sistema eólico debido a la escasa alterabilidad del material original. Se distinguen cuatro grandes grupos, pertenecientes a tres subórdenes, según la profundidad de las arenas:

Xeropsamments: Pertenecen al suborden de los Psamments. Son suelos poco evolucionados que presentan textura arenosa hasta por lo menos un metro de profundidad. Son suelos muy pobres, poco fértiles, en los que el nivel freático se encuentra muy alejado de superficie. Se presentan en partes altas de las dunas fijas, corrales secos y en las partes altas de los cordones dunares de Marismillas. La vegetación que soportan es poco densa y muy xérica. Algunos de estos suelos existentes en la vera presentan una costra ferruginosa muy dura, procedente del lavado y reducción de los óxidos de hierro que recubren los granos de arena. Estos óxidos circulan disueltos en el agua subterránea, y precipitan en las proximidades de la marisma al elevarse el pH y aumentar la carga iónica.

Xerorthens: Pertenecen al suborden de los Orthents. Son suelos arenosos poco profundos, en los que la potencia de las arenas eólicas no es superior a un metro, enterrando sedimentos franco-arcilloso-limosos calizos de origen aluvial. Este tipo de suelo es muy frecuente en Matasgordas, zona excluida del área de estudio.

Psammaquents: Pertenecen al suborden de los Aquents. Se trata de suelos que sin llegar a desarrollar horizontes superficiales de gran espesor y riqueza en materia orgánica, presentan intensos fenómenos de hidromorfía provocados por la presencia de una capa freática cercana a superficie, al menos durante la época húmeda. La cercanía del nivel freático a la superficie permite el desarrollo de comunidades exigentes en humedad, como los pastizales de la vera o los juncales de algunos corrales.

Sulfaquents: Pertenecen también al suborden de los Aquents. Son suelos poco evolucionados con un intenso régimen de humedad muy reductor. Se presentan en el fondo de vasos lagunares de las lagunas peridunares permanentes.

Inceptisoles

Son suelos más evolucionados que los anteriores, relacionados con los enclaves más deprimidos de las diferentes unidades geomorfológicas. Presentan en general una cobertura vegetal alta, de comunidades de matorral o pastizal. Existen tres grandes grupos en Doñana incluidos en dos subórdenes:

Xerumbrepts: Pertenecen al suborden de los Umbrepts. De los Inceptisoles son los que presentan el nivel freático más profundo, aún así la vegetación que se desarrolla es un brezal denso, que contribuye a la formación de un horizonte superficial rico en materia orgánica. Su presencia es frecuente en las zonas más deprimidas de las naves y del manto arrasado, donde las descargas regionales del acuífero en las zonas donde la potencia de las arenas es menor mantienen una humedad edáfica

más o menos elevada, la cual permite el desarrollo de matorrales más higrófitos como el monte negro.

Humaquepts: Incluidos en el suborden de los Aquepts. Se caracterizan por presentar un horizonte orgánico potente. La cercanía del nivel freático a superficie y la riqueza en compuestos orgánicos son los causantes de la acidez del medio. Este ambiente reductor favorece la disolución y lavado de los óxidos de hierro que recubren los granos de arena, que arrastrados por el flujo del agua subterránea forman, al depositarse, las costras ferruginosas de los suelos tipo Xeropsamments. Se presentan sobre todo en depresiones del manto arrasado y bordes de lagunas permanentes, donde se desarrollan comunidades de pastizal ricas en especies anuales que aportan gran cantidad de materia orgánica al suelo.

Haplaquepts: Incluidos en el suborden de los Aquepts. Presentes en Marismillas en zonas donde se ha producido la deposición de elementos finos aluviales sobre las arenas que constituyen antiguas barras litorales. La existencia de elementos finos y mayor riqueza en cationes de cambio, hace que los pastizales que se desarrollan sobre estos suelos presenten especies ligeramente halófilas y de carácter menos acidófilo; es el caso de los pastizales de los llanos de la Plancha y de Velázquez.

Mollisoles

Suelos de desarrollo similar a los anteriores, pero en este caso el complejo de cambio del horizonte orgánico debe estar saturado por encima del 50%. Son frecuentes como los anteriores en zonas deprimidas donde el nivel freático está cercano a superficie, lo que permite un buen desarrollo de la cubierta vegetal. Existen cinco tipos incluidos en dos subórdenes:

Calcixerols: Pertenecen al suborden de los Xerolls. Suelos con régimen hídrico xérico, cuya presencia no es muy frecuente en el área de estudio estando relegada a la zona de Marismillas, donde se origina un horizonte cálcico por ascensión capilar de los carbonatos disueltos en el nivel freático. Son frecuentes en las partes más altas de los surcos que separan los cordones de Marismillas. Sobre ellos normalmente se desarrollan comunidades de matorral xérico como el monte blanco.

Palexerolls: Pertenecen al suborden de los Xerolls. En este tipo se incluyen algunos suelos presentes en Matasgordas, finca excluida del área de estudio.

Calciaquolls Pertenecientes al suborden de los Aquolls. Al igual que los anteriores presentan un horizonte cálcico pero con un régimen de humedad mayor. La cercanía del nivel freático a la superficie permite la ascensión capilar de las aguas ricas en carbonatos, y la posterior precipitación en superficie, debido a la fuerte evapotranspiración de la vegetación. Son frecuentes en Marismillas, en la base de los surcos que separan a los cordones. Estos surcos representan antiguas líneas de playa, luego el calcio seguramente provenga de antiguos depósitos de conchas.

Argiaquolls: Pertenecen al suborden de los Aquolls. Se caracterizan por la presencia de un horizonte argílico enriquecido en arcilla, originado mediante un proceso de lavado. Son muy escasos y solo se presentan en algunas zonas de la vera

como el Puntal, donde las arenas se encuentran recubiertas por limos o arcillas, depositados con ocasión de grandes inundaciones de la marisma. La vegetación que se desarrolla es de tipo anual.

Haplaquolls: También perteneciente al suborden de los Aquolls; no presentan horizontes cálcicos ni argílicos. Son escasos en la zona de estudio, estando su presencia relegada al borde de algunas lagunas permanentes como la de Santa Olalla. La vegetación que se desarrolla es un brezal.

Alfisoles

Suelos que presentan un horizonte argílico como resultado de un proceso de lavado. Están asociados a lagunas temporales actuales o a antiguas áreas deprimidas, colmatadas por sedimentos finos calizos aluviales y posteriormente enterrados bajo el manto eólico. Son frecuentes las comunidades dominadas por helófitos, adaptadas a la temporalidad de estos humedales. El grupo más frecuente en el área de estudio pertenece a los Natraqualls, cuya principal característica es que presentan una saturación en sodio en su horizonte argílico.

Histosoles

Suelos con un potente horizonte orgánico, que se relacionan con la desembocadura de arroyos. Son excepcionales en el área de estudio presentándose tan sólo en la desembocadura de los sotos en la marisma. Pertenecen al grupo de los Medifibrists, incluidos en el suborden Fibrists. Se desarrolla un tipo de vegetación caracterizada por la presencia de grandes helófitos como espadañales, cañaverales o bayuncales.

2.1.3.- Hidrología

El agua en Doñana juega un papel fundamental en la distribución espacial y temporal de las comunidades vegetales. En este apartado se analizan las diferentes formas en que se manifiesta esta importancia en el área de estudio. El océano Atlántico, la red fluvial y las aguas subterráneas dan lugar a distintos modelados del paisaje, su dinámica, características e influencia en la vegetación se examinan a continuación.

Océano Atlántico

La dinámica marina es la responsable de los principales fenómenos de erosión y acreción costera, luego un factor importante en el modelado del paisaje del área de estudio. Los fenómenos marinos que determinan estos procesos son: la corriente de deriva originada por las olas, las mareas y la corriente atlántica superficial.

La corriente de deriva juega un papel fundamental en la formación de flechas litorales, como la presente en Doñana. Está ligada al oleaje y sobre todo al ángulo de incidencia al aproximarse a la costa, condicionando este ángulo la intensidad de la corriente. En el área de estudio la dirección predominante del oleaje (SO) transporta los materiales generados por la erosión del acantilado en su sector más occidental, y las partículas arrastradas por los diferentes ríos que desembocan en las proximidades de la misma, como son el Tinto y el Odiel. Este aporte de sedimentos, unido a la posterior acción del viento, hace que en épocas de estabilidad en el nivel del mar se formen las flechas litorales, formaciones muy

frecuentes a lo largo de toda la costa onubense. La flecha litoral de Doñana es una de las más extensas, en la actualidad, fosilizada en gran parte bajo los sistemas de dunas vivos.

Por otro lado, las mareas condicionan la extensión de la franja costera, que es afectada por las oscilaciones cíclicas del mar. Tiene gran importancia porque, junto a la corriente de deriva, es la responsable del transporte en suspensión de los sedimentos. El rango mareal medio para el tramo de costa que presenta el área de estudio es poco más de 2,30 metros (IGME, 1983), con una diferencia extrema entre los niveles de marea alta viva equinoccial y marea baja viva equinoccial, de 3,6 m, y una diferencia de marea alta muerta de solsticio y marea muerta baja de solsticio de 0,7 m. La altura máxima de la línea de marea es la que marca la presencia de la vegetación de las playas, como son los pastizales halonitrófilos de baja cobertura.

Aguas subterráneas

El agua subterránea es prácticamente la única fuente de agua dulce en la comarca de Doñana, siendo la distancia del nivel freático a la superficie uno de los factores más importantes en la distribución de la vegetación. En el presente apartado se hará una síntesis de algunos de los trabajos que existen sobre la dinámica y naturaleza de las aguas subterráneas en el manto eólico de Doñana (Custodio & Palancar, 1995; Trick & Custodio, 2004; Manzano & al., 2002 y 2005).

La zona de estudio se localiza en el extremo meridional del acuífero 27, que forma parte de la unidad Almonte-Marismas. Este acuífero es un sistema formado por sedimentos de edad pliocena a cuaternaria que descansan sobre una base impermeable de margas azules miocenas. La naturaleza de estos sedimentos desde los más profundos a los más superficiales es la siguiente: arenas de origen aluvial, gravas arenosas aluviales de espesor variable y por último un nivel de arenas de gran potencia, cuyo origen varía según la zona, pudiendo ser eólico o aluvial. A escala regional este acuífero posee dos regiones bien diferenciadas, el sector libre, que se localiza en el dominio de las arenas del manto eólico, donde se ubica la zona de este estudio, y que constituye el área de máxima recarga; y el sector confinado bajo los depósitos arcillosos impermeables de la marisma.

La recarga del acuífero se produce por infiltración del agua de precipitación, siendo la zona del Abalarío el área donde esta recarga es mayor. La carga máxima se produce por tanto en los meses de mayor precipitación, de noviembre a febrero, y alcanza sus cotas más bajas al final de la estación seca. Los flujos del agua una vez infiltrada según Custodio & Palancar (1995) están relacionados con los niveles de gravas arenosas que se encuentran semiconfinadas por las arenas fluvio-marinas que contienen el nivel freático. La diferencia de permeabilidad entre las arenas eólicas superficiales y las gravas más profundas, provoca la existencia de un acuífero libre superficial y un acuífero confinado más profundo. De manera que los flujos de agua son mayoritariamente verticales desde las arenas hasta las gravas, y laterales cuando alcanzan las gravas; estos flujos laterales son los responsables de las descargas del acuífero hacia la costa, la vera o la marisma. En la Figura 3 se muestra un esquema de los flujos de agua subterránea propuesto por Trick & Custodio (2004).

La descarga natural del sistema del acuífero se produce desde las zonas más elevadas, o de cotas piezométricas mayores, a las menores. La zona del Abalarío es donde se produce el

punto de inflexión de las descargas del acuífero, parte de las descargas se realizan hacia el norte, parte hacia el este y parte hacia el sur. Las primeras se realizan hacia la zona de la Rocina, las segundas lo hacen en la zona de contacto entre las arenas y las arcillas de la marisma (vera), como caños y pequeños arroyos, y las últimas lo hacen al mar, a lo largo de toda la franja costera. Las descargas al mar dan lugar a los numerosos manantiales y rezumes que se presentan en el acantilado del Asperillo, y a un conjunto de arroyos, hoy en día, la mayoría de ellos, fosilizados por las arenas de deposición eólica. Son importantes también las descargas mediante transpiración de la vegetación freatófita, cuyos valores han sido mayores en los últimos años por las plantaciones masivas de eucaliptos en la zona. Para terminar habría que incluir en el balance de las descargas realizadas por el acuífero, la existencia de numerosos pozos de uso fundamentalmente agrícola, que han contribuido y contribuyen a rebajar los niveles del acuífero (Suso & Llamas, 1990; Custodio & Palancar, 1995; Trick & Custodio, 2004).

En el área de estudio las manifestaciones de las aguas subterráneas dan lugar a una gran variedad de zonas húmedas, cuyo origen, naturaleza y dinámica, van a estar íntimamente relacionadas con la ubicación de las mismas respecto a la red de flujo del agua subterránea del acuífero. La variabilidad hidrogeológica e hidrogeoquímica de estos humedales, son las responsables directas de la existencia de una gran diversidad de comunidades vegetales y de flora, que dependen de su existencia y de su buena conservación para su mantenimiento.

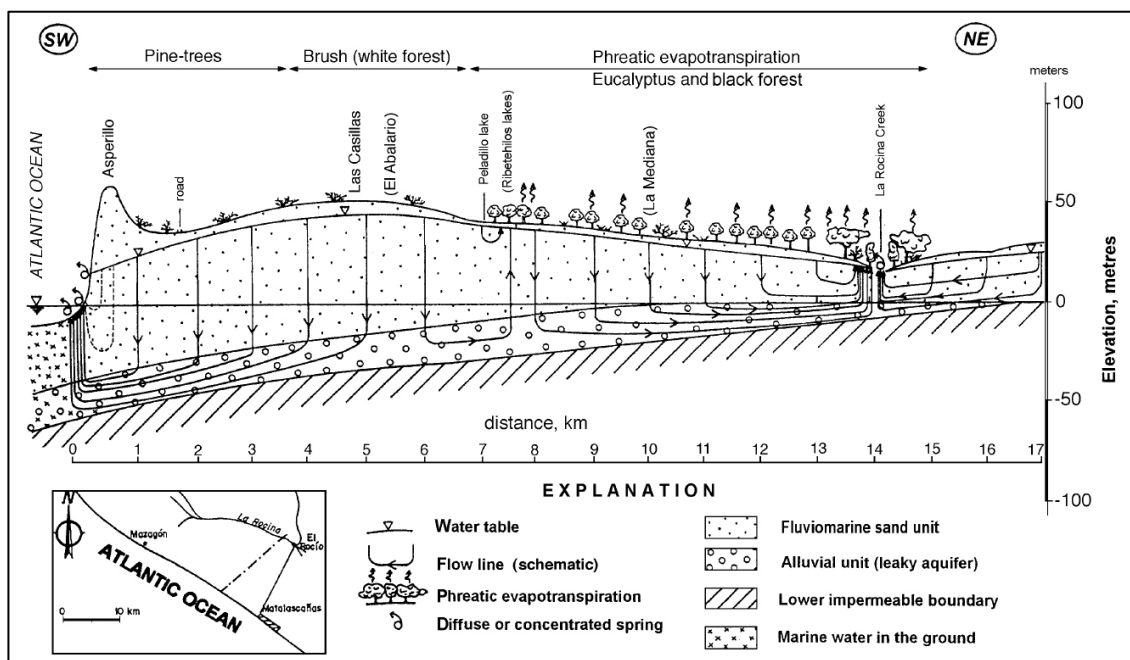


Figura 3. Modelo, según Trick & Custodio (2004) del comportamiento del acuífero en la zona del Abalarío del Parque Natural.

Para la descripción de las zonas húmedas presentes en la zona de estudio se han consultado los trabajos realizados por Bravo & Montes (1993), Custodio & Palancar (1995), Muñoz-Reinoso (1996), Sousa & García-Murillo (1999) y Manzano & al. (2002 y 2005). A continuación se intentará realizar una síntesis de las principales características de las zonas húmedas aportadas por los autores, a excepción de la marisma, zona excluida del presente estudio.

Desde el punto de vista de su relación con el acuífero los humedales se pueden incluir en tres grandes grupos, los situados en las zonas de recarga del acuífero, los situados en las zonas de descarga y los asociados a la marisma (Manzano & al., 2002).

Los humedales situados en las zonas de recarga son los mejor representados en la zona de estudio. Se pueden diferenciar a su vez en temporales o permanentes. Los de carácter temporal se forman cuando, en épocas de nivel freático alto, éste intersecta o queda muy cercano a la superficie del terreno en las pequeñas depresiones topográficas. Son muy abundantes en el Parque Natural en la zona del Abalarío, perteneciendo a este grupo las

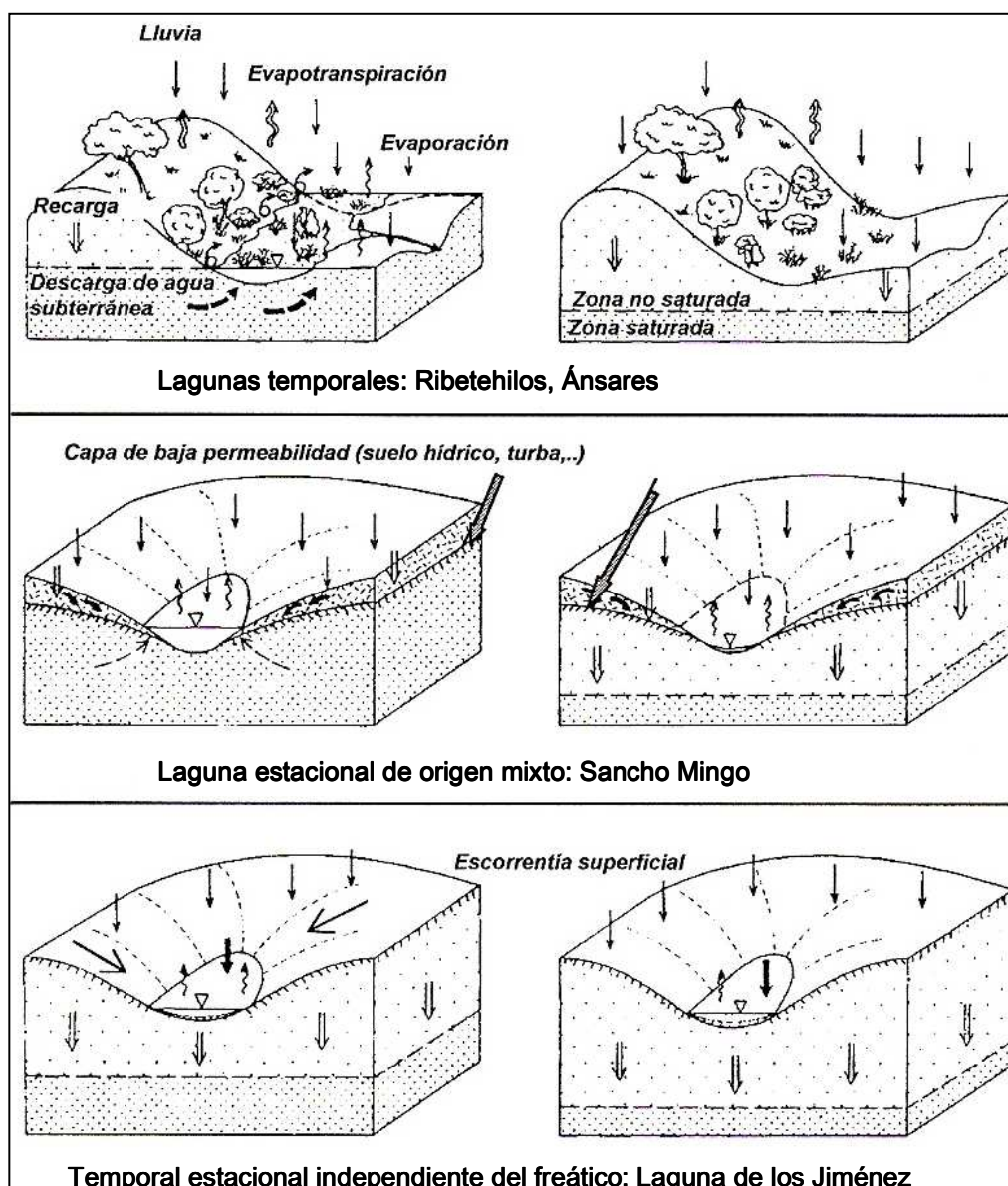


Figura 4. Esquema, según Manzano (2001), de los distintos tipos de humedales presentes en la zona de estudio.

turberas de Ribetehilos, Peladillo, los Ánsares, Laguna del Vento.... También se incluyen

en este grupo algunas lagunas peridunares de la Reserva Biológica (Charco del Toro, Zahillo, Taraje y Hermanillos) así como los navazos, presentes en Marismillas, dentro del Parque Nacional de Doñana.

En relación al mencionado listado de lagunas de recarga, es preciso mencionar que Muñoz-Reinoso (1996) considera las lagunas de Taraje y Zahillo de origen mixto, cuyo régimen hídrico está condicionado por descargas regionales y semilocales. Además, debe mencionarse que aunque la zona de Ribeteñilos figure en diversos estudios como ejemplo de este tipo de lagunas, los esquemas de Trick & Custodio (2004) (Figura 3) y de Manzano (2001) (Figura 4) la describen como zona de descarga.

Estos humedales presentan agua en superficie en la época en que los niveles del freático son altos. En la época seca la lámina de agua superficial desaparece pero los niveles del freático están cercanos a la superficie, accesibles a las raíces de las plantas y manteniendo el humedal activo. En la Figura 4 se muestra un esquema de algunos ejemplos de estas zonas húmedas según Manzano (2001).

Los humedales permanentes de recarga no existen en la actualidad, pero según Manzano & al. (2002) hoy en día algunos son mantenidos de forma artificial; en este grupo se incluirían las lagunas del Acebuche, Las Pajas, Las Pozas y las lagunas del Alamillo. Desde un punto de vista hidrogeoquímico estas lagunas tienen aguas muy poco mineralizadas, muy parecidas al agua de lluvia local, ya que el terreno no tiene prácticamente minerales hidrosolubles. La lluvia local según Custodio & Palancar (1995) es ligeramente clorurada sódica y poco mineralizada. Manzano & al. (2002) indican que en Ribeteñilos parece existir una débil salinización del agua más somera, pero sólo en algunos años. Este hecho lo atribuyen a factores climáticos, como una mayor concentración de la lluvia y del agua de recarga durante los periodos secos.

Entre los humedales situados en las zonas de descarga se incluyen, los arroyos Soto Chico y Soto Grande, a pesar de que sus cauces han sido muy alterados, entre otras causas por las repoblaciones de eucaliptos, se consideran cauces permanentes. Son alimentados también en la época de lluvias por escorrentía superficial, pero el aporte de aguas subterráneas es lo que les permite mantener una densa vegetación con comunidades de ribera más o menos bien estructuradas. De carácter también permanente, pero sujeto a fluctuaciones interanuales se incluyen algunas de las lagunas peridunares como Santa Olalla y Dulce.

Respecto a los humedales de descarga de tipo estacional, se pueden incluir algunas de las lagunas presentes en el Parque Nacional como la Laguna de la Moga, Laguna de la Mata de los Domínguez y Laguna del Sopotón. En este grupo se incluyen también los rezumes y surgencias presentes en el Acantilado del Asperillo, en los que en época de lluvias se forman pequeñas lagunas a pie de acantilado que soportan una vegetación de mayor porte y de carácter higrófilo, como cañaverales y turberas. Por último los caños que surcan la vera también se consideran zonas húmedas de descarga, aunque en la actualidad no presenten escorrentía superficial salvo en años muy húmedos, en ellos la humedad freática es alta durante todo el año, permitiendo el desarrollo de una vegetación más exigente en humedad. Desde un punto de vista hidrogeoquímico estas aguas son algo más mineralizadas que las anteriores, ya que permanecen más tiempo en contacto con los minerales del terreno, aunque sus valores siguen siendo muy bajos. Según Manzano & al. (2005) tan sólo en las

zonas húmedas del Asperillo las aguas son mineralizadas y de carácter marcadamente clorurado-sódico debido a las incorporación en las aguas de sales procedentes del aerosol marino. Dado que las lagunas de descarga reciben el agua del fondo del acuífero, donde aún persisten carbonatos en los sedimentos, sus aguas son más ricas en estos elementos (Custodio & al., 2006), como ha sido comprobado en las lagunas: Dulce, Taraje, Navazo y Taraje Nuevo, todas ellas consideradas lagunas de descarga del acuífero dunar (Muñoz-Reinoso, 1996).

Del grupo de humedales relacionados con la marismas en la zona de estudio, tan sólo se han incluido los Llanos del la Plancha presentes en Marismillas, por estar integrados dentro de la flecha litoral de Doñana. Según Manzano & al. (2002) se trata de una zona húmeda costera mesomareal, de origen marino. Se caracterizan por una mayor salinidad de sus aguas del tipo cloruro-sódica.

Entre todos los tipos descritos existen situaciones intermedias, como es el caso de algunas lagunas del Parque Natural, como la Laguna de Sancho Mingo, que recibe agua de la escorrentía superficial, aunque en años especialmente húmedos se alimenta también de agua freática.

Otras lagunas recogen agua de lluvia, siendo su régimen de llenado del vaso independiente del freático, como la Laguna de los Jiménez en el Parque Natural. En este caso la deposición de elementos finos en el vaso lagunar, hace el fondo poco permeable y permite que se acumule el agua de lluvia, siendo independiente su hidropereodo de las aguas subterráneas.

Muñoz-Reinoso (1996) hace hincapié en la procedencia mixta de las aguas en algunas de las lagunas que incluye en su estudio, indicando que las lagunas peridunares de Santa Olalla y Dulce se abastecen tanto de los acuíferos colgados en el tren de dunas, como de descargas regionales del acuífero.

Para terminar de comprender la complejidad de las zonas húmedas del área de estudio, cabe destacar los trabajos realizados por Sousa & García-Murillo (1999 y 2003) y Sousa & al. (2004), donde se pone de manifiesto la evolución que han sufrido los humedales de la zona del Abalarío en los últimos siglos. Según éstos autores las causas de la desecación y desaparición de muchas de las lagunas temporales de este sector están vinculadas con el fin de la Pequeña Edad del Hielo (siglo XIX). A finales del siglo XIX se inicia un proceso de desecación de las formaciones palustres en la zona de estudio como consecuencia de una disminución de las precipitaciones primaverales y un incremento de las temperaturas mínimas durante el siglo XX. Posteriormente la actividad antrópica en la zona intensifica este proceso regresivo que perdura en la actualidad.

Son diversos los estudios que se han realizado sobre el impacto de las actividades antrópicas sobre los humedales de Doñana, desde el punto de vista de la dinámica de las aguas subterráneas. Las intervenciones humanas que han influido de manera más drástica en la desaparición de los humedales según Suso & Llamas (1990), Sousa & al. (2004) y Manzano & al. (2002) han sido las reforestaciones de eucaliptos, la existencia de pozos con extracciones directas del acuífero, la contaminación de las aguas subterráneas por derivados químicos de las actividades agrícolas e industriales de las zonas colindantes a los

espacios protegidos de Doñana, y el aumento de consumo por el desarrollo urbanístico, con fines turísticos, en los núcleos de Mazagón y Matalascañas.

Otras de las causas de degradación o alteración de los humedales, no relacionadas con las aguas subterráneas, que se han observado durante el presente estudio son: la eutrofización de las aguas, el exceso de hozamiento de los jabalíes y la alta presión de herbivoría a la que están sometidas las comunidades de las zonas húmedas. Como consecuencia, desaparecen o son cada vez más escasas, algunas comunidades y especies ligadas a estos medios.

Red fluvial

En el ámbito de estudio el desarrollo de la red hídrica es escaso, dado el gran poder de infiltración de las arenas. Se pueden distinguir dos zonas en el área de estudio, donde la red fluvial presenta una dinámica diferente: el sector del Abalario en el Parque Natural y el sector del Parque Nacional y la Reserva Biológica. En el sector del Abalario la red fluvial consta de una serie de arroyos de escasa entidad que vierten hacia el norte y el sur. Los que vierten hacia el norte lo hacen hacia el arroyo de la Rocina y Las Madres fuera del ámbito de estudio. Los que vierten hacia el sur, hacia el médano del Asperillo, son fosilizados por las dunas activas o destruidos por el trazado de accesos con vehículos a la playa. Tan sólo queda un arroyo que mantiene agua casi todo el año y por tanto presentan una vegetación frondosa, el arroyo del Loro, pero que queda excluido de la zona de estudio.

Por tanto, esta red fluvial tuvo un desarrollo mayor en el pasado que ha sido modificado, entre otros factores, por el avance de las arenas hacia el interior. Custodio & Palancar (1995) apuntan a que la disposición en enjambre de muchas de las lagunas presentes en el territorio, como el complejo de Ribetehilos en la línea de la Mediana o el conjunto de lagunas de Las Pajas, El Acebuche y el Huerto, son residuos de un valle fluvial muy suave que ha sido modificado por el avance de las dunas.

En el Parque Nacional y la Reserva Biológica esta red fluvial es aún más escasa. En la zona del manto arrasado existe una red de caños o pequeños arroyos, la mayoría de ellos temporales, originados por las descargas regionales del acuífero. En años especialmente húmedos, estos caños se enriquecen con la escorrentía superficial, dando lugar a pequeños cauces de aguas temporales que discurren hacia la marisma. Los de mayor entidad son Soto Grande y Soto Chico, por tanto los que soportan una vegetación más densa y compleja.

2.1.4.- Meteorología y bioclimatología

Se describe la meteorología de la zona de estudio en base a los datos suministrados por cuatro estaciones meteorológicas: Palacio de Doñana, Alamillo, La Mediana y Abalario. La estación meteorológica Palacio de Doñana (RBD5) dispone en la página web de la Estación Biológica de Doñana (2008) de un registro continuado de observaciones desde el año 1978 hasta el año 2007. Las estaciones meteorológicas de Alamillo, La Mediana y Abalario, situadas en el ámbito del Parque Natural, presentan registros de temperaturas de los años comprendidos entre 1951-1959, 1952-1983 y 1949-1969 respectivamente, y un registro de datos de precipitaciones de los periodos 1951-1959, 1962-1982 y 1949-1969,

respectivamente. Los datos de estas estaciones se han obtenido en la página web del Centro de Investigaciones Fitosociológicas (Rivas-Martínez, 1996-2005).

Temperatura

En las Tablas 2, 3 y 4 se recogen los valores medios de las temperaturas medias mensuales, de las temperaturas máximas absolutas mensuales y de las temperaturas mínimas absolutas mensuales respectivamente, para los distintos periodos históricos registrados en las cuatro estaciones de referencia. En cada tabla se incluyen además los valores de temperaturas medias, máximas absolutas y mínimas absolutas mensuales de los tres años de estudio, así como los valores medios de estos parámetros en el periodo completo. Los datos correspondientes al periodo de estudio se han obtenido de la estación meteorológica del Palacio de Doñana (RBD5).

Estación (periodo)/mes	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
RBD5 (1978-2007)	21,9	18,4	13,7	11,1	10,0	11,4	13,9	15,2	18,1	21,3	24,1	23,7
La Mediana (1952-1983)	21,8	17,9	13,3	10,7	10,0	11,2	12,7	15,5	18,0	21,4	24,3	24,1
Abalarío (1949-1969)	21,7	18,1	13,4	10,2	10,0	10,3	12,8	14,8	18,4	21,1	23,7	23,7
Alamillo (1951-1959)	20,4	17,2	13,4	11,2	9,8	10,3	13,2	14,0	17,0	19,6	22,2	21,3
RBD5 (2004-2005)	21,3	18,4	12,7	9,9	7,6	6,5	13,4	15,5	19,3	24,3	24,7	23,4
RBD5 (2005-2006)	21,1	18,7	12,5	10,8	8,3	9,6	13,6	15,7	19,9	22,2	26,1	25,3
RBD5 (2006-2007)	23,1	19,8	15,7	10,3	9,2	13,2	13,5	15,1	18,7	21,9	24,7	22,6
RBD5 (Periodo de estudio)	21,8	18,9	13,7	10,4	8,4	9,8	13,5	15,5	19,3	22,8	25,2	23,8

Tabla 2. Valores medios de las temperaturas medias mensuales en las diferentes estaciones meteorológicas para el periodo histórico indicado. Se indican las temperaturas medias mensuales de los tres años de estudio tomados de la estación RBD5, así como sus valores medios correspondientes al periodo completo.

Estación (periodo)/mes	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
RBD5 (1978-2007)	36,2	31,0	24,9	20,1	19,5	21,3	25,6	28,0	31,9	36,0	39,9	39,3
La Mediana (1952-1983)	35,2	31,1	24,4	20,2	20	22	24	28,3	32,3	36,3	40,1	39,3
Abalarío (1949-1969)	34,3	30,2	24,7	19,7	19,9	21,1	23,9	27	32,2	35,1	38,5	37,2
Alamillo (1951-1959)	33,3	29	23,3	19,9	18,4	20	22,9	23,2	28,4	32,3	35,3	34,4
RBD5 (2004-2005)	38,0	34,0	24,0	18,5	22,0	19,0	29,5	29,0	33,0	40,0	40,0	38,0
RBD5 (2005-2006)	36,0	30,5	28,0	19,0	17,0	19,5	24,5	27,0	38,0	35,0	42,0	42,0
RBD5 (2006-2007)	41,0	31,0	23,0	19,0	18,0	21,5	24,5	25,0	34,0	34,0	43,0	41,0
RBD5 (Periodo de estudio)	38,3	31,8	25	18,8	19	20	26,2	27	35	36,3	41,7	40,3

Tabla 3. Valores medios de las temperaturas máximas absolutas mensuales en las diferentes estaciones meteorológicas para el periodo histórico indicado. Se indican las temperaturas máximas absolutas mensuales de los tres años de estudio tomados de la estación RBD5, así como sus valores medios correspondientes al periodo completo.

Estación (periodo)/mes	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
RBD5 (1978-2007)	9,7	6,2	2,3	-0,4	-0,2	1,2	3,0	4,7	7,0	9,3	11,5	11,2
La Mediana (1952-1983)	9,9	6,5	2,4	-0,2	-0,7	1,3	3	4,8	7,4	9,9	12,1	12
Abalarío (1949-1969)	10,1	7,5	3,2	0,1	-1,3	-0,8	2,9	4,9	7,6	10,4	11,7	11,7
Alamillo (1951-1959)	10,4	7,7	4,4	2,3	0,1	1,2	4,5	5,9	7,9	10,1	11,5	11
RBD5 (2004-2005)	11,0	6,5	-1,0	-4,0	-5,0	-4,0	-2,0	4,0	8,0	10,5	12,0	10,0
RBD5 (2005-2006)	9,0	8,0	1,0	-3,0	0,0	2,0	3,0	6,0	8,0	12,0	14,0	15,0
RBD5 (2006-2007)	12,0	9,0	7,0	0,0	0,0	5,0	4,0	5,0	8,0	13,0	13,0	12,0
RBD5 (Periodo de estudio)	10,7	7,8	2,3	-2,3	-1,7	1,0	1,7	5,0	8,0	11,8	13,0	12,3

Tabla 4. Valores medios de las temperaturas mínimas absolutas mensuales en las diferentes estaciones meteorológicas para el periodo histórico indicado. Se indican las temperaturas mínimas absolutas mensuales de los tres años de estudio tomados de la estación RDB5, así como sus valores medios correspondientes al periodo completo.

Con respecto a las temperaturas medias, los datos de la Tabla 2 ponen de manifiesto valores suaves, correspondiendo los meses más fríos a diciembre, enero y febrero y los más cálidos a los meses de verano: junio, julio y agosto. Los tres años de estudios parecen haber presentado inviernos algo más fríos de lo normal, sobre todo en lo que respecta al mes de enero, mes en el que los valores de temperatura media de los tres años están por debajo de las medias obtenidas en las cuatro estaciones de referencia. Por el contrario, el principio del verano ha sido más caluroso, lo que se observa en los meses de mayo a julio, donde los tres años han superado las medias de las mencionadas estaciones.

La tabla correspondiente a los valores de temperaturas máximas absolutas mensuales (Tabla 3), muestra un distinto comportamiento en los tres años de estudio. Así, el periodo 2004-2005 resultó ser muy caluroso, sobrepasando los valores medios absolutos de las estaciones de referencia en la mayor parte de los meses del año, siendo destacable el valor de 29,5°C alcanzado en el mes de marzo, lo que contribuyó a un adelanto de las condiciones primaverales. El periodo 2005-2006 se caracterizó por un acusado frío invernal en los meses de diciembre a febrero, sin embargo, su verano fue muy cálido, sobre todo, el mes de mayo, donde se alcanzaron los 38°C. Por último, el periodo 2006-2007 tuvo un comportamiento similar al anterior, con un mayor acentuamiento de las máximas veraniegas.

En la Tabla 4, correspondiente a los valores de temperaturas mínimas absolutas, se revela que aunque el periodo 2004-2005 presentó máximas elevadas, las mínimas invernales de noviembre a marzo fueron muy bajas, alcanzándose los -5°C en el mes de enero. En cuanto a los dos periodos restantes, los valores de estas temperaturas ratifican la presencia de veranos calurosos en estos años.

La existencia o ausencia de heladas ($T < 0$) en un territorio, la magnitud y la duración de las mismas es determinante para la vegetación. Según Rivas-Martínez & al. (1988) en Andalucía occidental en áreas litorales o en aquellas donde se percibe una acusada influencia marítima el frío invernal se amortigua y prácticamente desaparecen las heladas, lo que conlleva una subida en el valor del índice de termicidad. Durante el periodo de estudio el régimen de heladas ha sido muy diferente, el periodo correspondiente a 2004-2005 se presentaron cinco meses con temperaturas mínimas absolutas inferiores a cero, en el siguiente periodo 2005-2006 tan sólo en el mes de diciembre se alcanzan valores por

debajo de cero, y por último en el periodo a 2006-2007 no se registran temperaturas por debajo de cero.

Pluviometría

Las precipitaciones en la zona de estudio presentan la irregularidad típica de un clima mediterráneo. En la Tabla 5 se muestran los valores de precipitación mensual media registrados en las cuatro estaciones meteorológicas tomadas como referencia. Del mismo modo se muestran los datos mensuales de los tres años de estudio obtenidos a partir de la estación RBD5.

En primer lugar se observan variaciones entre estaciones en los datos de precipitaciones anuales, que oscilan entre los 546,0 mm del Alamillo y los 699,0 mm del Abalarío. Posiblemente estas diferencias se deben a que los registros históricos corresponden a periodos diferentes. Los meses más lluviosos son octubre, noviembre, diciembre y enero, correspondiendo a las lluvias otoñales, siendo de menor cuantía los valores registrados en primavera, con máximos en marzo o abril. Los meses que menos llueve son junio, julio y agosto, coincidiendo con los meses que presentan los valores más altos de temperatura máxima, alcanzando la evapotranspiración potencial en esos meses los valores más altos (Rivas-Martínez, 1996-2005).

Estación (periodo)/mes	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	TOTAL
RBD5 (1978-2007)	20,1	74,3	90,5	105,9	81,2	52,3	36,3	43,4	30,5	7,9	1,8	6,3	550,5
La Mediana (1952-1983)	20,4	68,5	81,8	111,5	104,5	95	60,9	49,2	27,9	16,8	2,4	5,8	644,7
Abalarío (1949-1969)	17	81	111	114	103	90	88	50	26	17	0	2	699,0
Alamillo (1951-1959)	16	71	75	81	67	54	94	46	31	9	0	2	546,0
RBD5 (2004-2005)	0,5	67,1	18,0	16,5	0,0	39,2	25,7	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	169,8
RBD5 (2005-2006)	0,0	98,8	41,6	8,9	135,5	69,6	48,0	32,2	0,0	28,2	0,0	5,5	468,3
RBD5 (2006-2007)	34,2	180,3	191,9	39,0	81,7	56,8	14,7	34,6	22,4	0,2	0,0	61,1	716,9
RBD5 (Periodo de estudio)	11,6	115,4	83,8	21,5	72,4	55,2	29,5	22,3	8,4	9,5	0,0	22,2	451,8

Tabla 5. Valores medios mensuales y anuales de precipitación (mm) registradas en las diferentes estaciones meteorológicas y durante el periodo de duración de estudio.

Durante el periodo de estudio, se observan diferencias en el régimen de lluvias respecto a las series históricas, tanto en la cantidad de lluvia como en su distribución a lo largo del año. En la Tabla 5 se observa que las precipitaciones presentan diferencias interanuales acusadas durante los años en los que se ha realizado el estudio. El primer periodo 2004-2005 fue el año que presentó un mínimo histórico de precipitación anual total, con un valor de 169,8 mm de precipitación total anual. El segundo año 2005-2006 fue más lluvioso con un total de 468,3 mm, pero por debajo de la media de precipitación anual del registro histórico de las cuatro estaciones de referencia. El tercer año fue el más lluvioso de los tres superando a las medias históricas, con una precipitación anual de 716,9 mm.

Estas diferencias se verán reflejadas en los inventarios de vegetación realizados, afectando sobre todo a las especies de ciclo anual. En el año más seco, las comunidades de especies anuales son muy pobres en especies y en cobertura, si se comparan con los inventarios realizados en comunidades semejantes en los dos años más húmedos. La falta de precipitaciones también afecta a la vegetación ligada a los numerosos humedales de

carácter temporal presentes en la zona de estudio. En años secos la recarga del acuífero es menor, como consecuencia el nivel freático baja y no llega a interceptar con la superficie, impidiendo que los vasos lagunares se inunden. A su vez, esto impide que se desarrollen las comunidades higrófitas de carácter efímero, reduciendo de manera drástica la diversidad de comunidades y de la flora presente en el territorio.

En cuanto a la distribución mensual de las precipitaciones en los tres periodos de estudio, en todos los casos las lluvias primaverales estuvieron por debajo de las medias obtenidas en las estaciones de referencia. Mientras que en el caso de las lluvias otoñales, destaca el periodo 2004-2005 por sus bajos valores, y el periodo 2006-2007 por sus altos valores registrados desde agosto a noviembre.

Vientos

Un factor a tener en cuenta, por la importancia que tiene en diversos procesos que modelan el paisaje y por sus efectos hidrológicos, bioclimáticos y morfológicos, es la acción del viento. El régimen de vientos predominante en la zona se caracteriza por su fuerte estacionalidad, siendo los vientos del SO los predominantes, sobre todo en verano, suavizando las temperaturas de esta estación. Los vientos predominantes de poniente son los responsables de la formación de las dunas en Doñana. Tienen también una gran importancia en la dinámica litoral a través del oleaje, comportándose de forma erosiva en periodos ciclónicos y acumulativa durante las épocas de suaves vientos anticiclónicos (Siljeström & al., 2002), condicionando así la cantidad de sedimento susceptible de ser transportado hacia el interior. Los vientos de levante están relacionados con días más cálidos y con la desecación, siendo más frecuentes a finales de primavera y comienzo del verano. Durante el otoño e invierno los vientos presentan una distribución más heterogénea, incluyendo regímenes ciclónicos que se suceden con una periodicidad de 3 a 7 años (Rodríguez-Ramírez & al., 2000).

El viento actúa como factor clave en la distribución de la vegetación, ya que el contenido en sales que transporta impide el desarrollo de ciertas especies bajo su influencia, favoreciendo el desarrollo de aquellas que están adaptadas a resistir estas condiciones, como los enebrales marítimos (Allier, 1977).

Bioclimatología

Según Rivas-Martínez (2007) la zona de estudio pertenece al macroclima mediterráneo, caracterizado por un periodo de sequía que coincide con la época más cálida del año.

De acuerdo con los datos suministrados por Rivas-Martínez (1996-2005) para las estaciones meteorológicas de La Mediana, Abalario y Alamillo, a todas ellas le corresponde un bioclima mediterráneo pluviestacional oceánico. Sus índices de continentalidad ($I_c=14,3$, $13,3$ y $12,4$ respectivamente) las caracterizan como oceánico-semihiperocéánico inferior.

En función de sus índices de termicidad ($I_t=368$, 365 y 353 respectivamente) les corresponde un termotipo termomediterráneo superior, y por sus índices ombrométricos anuales ($I_o=3,21$, $3,53$ y $2,88$ respectivamente) un ombrotipo seco superior.

En el territorio podemos encontrar los siguientes bioindicadores termoclimáticos leñosos del piso termomediterráneo según Rivas-Martínez & al. (1988): *Asparagus aphyllus*, *Aristolochia baetica*, *Ceratonia siliqua*, *Chamaerops humilis*, *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa*, *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*, *Osyris quadripartita*, *Retama monosperma*, *Rhamnus lycioides* subsp. *oleoides* y *Ulex australis*.

2.1.5.- Biogeografía

Basándose en la obra de Rivas-Martínez (2007) el encuadre biogeográfico de la zona de estudio sería: Reino Holártico, Región Mediterránea, Subregión Mediterránea Occidental, Provincia Lusitano-Andaluza Litoral, Subprovincia Gaditano-Algarviense, Sector Gaditano-Onubense Litoral y Distrito Onubense Litoral.

En tratados anteriores de biogeografía el mismo autor Rivas-Martínez & al. (1988) describe la Provincia Gaditano-Onubo-Algarviense, ahora Subprovincia Gaditano-Algarviense, como una de las de menor superficie de la Península Ibérica, eminentemente litoral y oceánica y, salvo en la Sierra del Aljibe de Cádiz, de muy reducida altitud. Los extensos sistemas dunares costeros occidentales de España y Portugal son el denominador común de esta provincia.

Respecto a los elementos florísticos, reflejo de las distintas subdivisiones biogeográficas, Rivas-Martínez & al. (1988) y Rivas-Martínez & al. (1997) reconocen como endemismos gaditano-onubo-algarvienses los siguientes taxones presentes en el área de estudio: *Arenaria algarviensis*, *Armeria gaditana*, *Centaurea exarata*, *Cistus libanotis*, *Euphorbia baetica*, *Thymus albicans* subsp. *albicans*, *Ulex australis*, *Verbascum giganteum* subsp. *martinezii*, *Festuca ampla* subsp. *simplex* y *Limonium algarviense*. Los endemismos onubenses litorales que reconocen estos autores son: *Dianthus broteroi* subsp. *hinoxianus*, *Gaudinia hispanica*, *Helichrysum picardii*, *Linaria tursica*, *Lythrum baeticum*, *Micropyropsis tuberosa*, *Ononis baetica*, *Thymus mastichina* subsp. *donyanae*, *Rorippa valdes-bermejoi*, *Ononis baetica* subsp. *donyanae* y *Vulpia fontquerana*. Rivas-Martínez & al. (1997) reconocen una endemividad en la flora del 2% para el sector Gaditano Onubense Litoral.

Respecto al endemismo de las comunidades vegetales del distrito Onubense litoral Rivas-Martínez & al. (1997) citan a las comunidades de matorral psamófilas de *Erico ciliaris-Ulicetum minoris* y *Erico scopariae-Ulicetum australis* así como a otras comunidades como los pastizales de *Haynardiocyndricae-Lophocloetum hispidae*, *Linario donyanae-Loeflingietum baeticae* y *Scirpo fluitans-Juncetum heterophylli*. Todas ellas descritas en Doñana por Rivas-Martínez & al. (1980). Las comunidades de *Artemisia crithmifoliae-Armerietum pungentis* y *Rhamno oleidis-Juniperetum macrocarpae* las consideran endémicas tanto del distrito Onubense litoral como del distrito Gaditano y las comunidades de *Inulo crithmoidis-Arthrocnemetum macrostachy* y *Polygono-Limoniastrum monopetali* como endémicas tanto del sector Algarviense como del Gaditano Onubense Litoral.

2.1.6.- Intervención humana

En áreas pobladas desde antiguo, como lo ha sido la cuenca mediterránea, la intervención del hombre en la naturaleza es y ha sido un factor determinante en el estado actual del paisaje. En este apartado se hace una breve exposición de las actividades de origen antrópico que han influido de alguna manera en los cambios del paisaje a lo largo de la historia en el área de estudio.

Para el estudio de la transformación de un territorio, es indispensable la existencia de archivos documentales en los que basar la reconstrucción histórica de los hechos. En el área de estudio, gracias a que la casa de Medina Sidonia ha mantenido en su patrimonio gran parte de Doñana desde 1297 hasta el 1895, se ha conservado en su archivo Ducal de Sanlúcar de Barrameda buena parte de la documentación generada en estos seis siglos. Esto ha permitido que estén documentadas las acciones que se han llevado a cabo en el territorio, desde el punto de vista de las transformaciones históricas de los antiguos bosques, sus matorrales y pastizales, la explotación ganadera y el uso de los recursos.

Estudios históricos y arqueológicos indican el vacío demográfico de los territorios de arenas y marisma hoy conocidos como Doñana. Aunque las poblaciones no fueron constantes ni numerosas, sí existen datos de la presencia en el territorio de distintas civilizaciones ligadas a la explotación puntual de algún recurso natural. Existen restos de herramientas neolíticas, cabañas de la edad del Bronce, factorías de salazón romanas y algunos restos de cerámicas de los últimos siglos, testigos del paso por el territorio de pueblos como los tartesos, fenicios, griegos, cartagineses, romanos, visigodos, bizantinos y musulmanes.

Los datos sobre la influencia antrópica en el territorio son escasos hasta el siglo XIII. La regulación del uso del territorio comienza en Doñana con su declaración como cazadero real por Alfonso X el Sabio en 1262. A partir de este momento hasta la actualidad, tanto García-Novo & Martín-Cabrera (2005) como Granados & al. (1987), coinciden en que los cambios del paisaje, han estado marcados por los cambios de uso y las diferentes políticas, que marcaban la economía y circunstancias históricas con carácter general.

Tras la declaración de cazadero real, que Granados & al. (1987) denominan periodo cinegético, las directrices del manejo del territorio estaban destinadas a la conservación de las especies cinegéticas, hecho que favoreció la conservación de la vegetación para alimentación y abrigo de las mismas. En esta etapa se introdujo como especie cinegética el gamo en el año 1486, y se realizaron repoblaciones con ciervos y jabalíes (Granados & al., 1987), en detrimento de las especies consideradas alimañas, las cuales eran objeto de batidas para su eliminación. Uno de los objetivos principales era la eliminación de los grandes depredadores como el lobo.

En el año 1636 comienza el uso ganadero del territorio. Este cambio de uso provoca los primeros cambios en el paisaje vegetal de Doñana, descrito hasta entonces como un bosque mixto de alcornoques, enebros y sabinas. Con la presencia del ganado, el bosque se aclara y comienza la degradación progresiva de los suelos. El aumento del ganado porcino para el aprovechamiento de la montanera produjo un sobrepastoreo del alcornocal, acompañado de un aumento de la presión de herbivoría, ya que en épocas anteriores se habían reducido

drásticamente las poblaciones de depredadores, alterando así la cadena trófica a favor de los herbívoros. Esta etapa denominada por Granados & al. (1987) etapa ganadera tuvo consecuencias muy graves para la vegetación que perduran en la actualidad. La excesiva presión sobre los pastos naturales, y la degradación de los suelos determinaron que se instaurara un régimen de fuegos prescritos del matorral, con una periodicidad de 10-12 años según García-Novo & Martín-Cabrera (2005) y de 25 a 30 según Granados & al. (1987). El objetivo perseguido era aumentar la productividad de los pastos naturales, y el resultado fue la reducción drástica de la superficie de bosque, favoreciendo el matorral pirófito de aulaga, brezo y jaguarzo que predomina hoy en día.

Al mismo tiempo que se potencia la ganadería se potencian otros usos, como la tala de árboles para leña, el carboneo o los descepes de *Ammophila arenaria* para la construcción de chozas y zahúrdas. Según García-Novo & Martín-Cabrera (2005) en el año 1636 la frecuencia de arbolado suponía aún un 45% en 1647 cae a un 36%, y cinco años más tarde representaba un 27% (los autores no indican en base a qué superficie se dan estos porcentajes, pero podría suponerse que se refieren a la superficie de terreno que se encuentra bajo la propiedad de la Casa de Medina Sidonia en esa época). En esta época, tras la eliminación de gran parte de la cubierta vegetal, se produjo una movilización de las arenas hacia el interior que tuvo como consecuencia la reactivación del tren de dunas móviles (Granados & al., 1987).

La siguiente intervención de origen antrópico que ha sido decisiva en la estructura actual de las comunidades vegetales de Doñana, fueron las plantaciones de pino piñonero que comenzaron en el territorio en el año 1737 (García-Novo & Marín, 2005). Las primeras se realizaron en el Puntal y en Marismillas con piñones procedentes de Cartaya, unas de alta densidad para leña y otras de baja densidad para la construcción naval (Granados & al., 1987). Desde 1805 se repoblan algunos corrales del sistema de dunas que se habían puesto en movimiento en el siglo XVII. El favorable resultado extiende estas repoblaciones hacia los corrales del interior, quedando finalmente el pino como bosque característico de las dunas, en detrimento de especies como el enebro y la sabina. Tierra adentro, la poda, la presión ganadera y el fuego prescrito redujeron la cobertura arbolada de alcornocos, encinas, fresnos, álamos, acebuches y madroños, quedando ésta relegada a las zonas húmedas y a la vera, como se observa en la actualidad.

Otras de las intervenciones en Doñana fueron los intentos de cultivo de la vid. Las plantaciones de vid se realizaron en la zona de Marismillas, siendo el primer ensayo de este cultivo en el año 1773, que resultó ser un éxito. Posteriormente decae y en 1785 se abandonan las vides, los intentos de cultivo de frutales y la colonización de Marismillas, quedando sólo un conjunto de huertas y chozas como testigo. Existe la hipótesis de que la movilización de las arenas que tuvo lugar en el siglo XVII, la provocaron, entre otros factores, la tala de enebros y sabinas para la instalación del cultivo de la vid.

La pesca fue también un recurso muy explotado en el territorio. Solano (1972), en su estudio sobre las rentas de la Casa de Medina Sidonia, indica que Huelva era una de las propiedades que más tributaba por la pesca, sobre todo de la sardina, y por los establecimientos de las pesquerías, dando un dato curioso acerca de una pesquería instalada en el arroyo del Loro (Mazagón). Las almadrabas también eran frecuentes como infraestructuras pesqueras, siendo la más importante la de Torre Carbonera, que utilizaba

grandes cantidades de madera y corcho. Otras rentas relacionadas con la explotación de recursos naturales por las que se tributaba en la zona de Almonte eran el carboneo, las salinas y la caza en la dehesa del Carrizal.

La explotación de la marisma se centraba en la ganadería de diversa índole (ganado vacuno, caballo y ovino) y en las salinas que se conservaron en explotación hasta bien entrado el siglo XX.

Una fecha clave para la gestión del terreno que ocupa Doñana, fue la muerte sin descendencia en 1895 del último duque de Medina Sidonia, desmembrándose la propiedad y vendiéndose a diferentes propietarios que mantuvieron la explotación forestal y ganadera.

Las repoblaciones fueron las protagonistas durante el siglo XX. En 1938 se inicia una etapa de grandes reforestaciones que afecta a 55.000 ha de pino piñonero, en la zona que se extiende desde el Asperillo hasta la ría de Huelva (García-Novo & Marín-Cabrera, 2005), zonas hoy en día incluidas dentro del Parque Natural. En el año 1940 se realizan numerosas plantaciones de eucaliptos, en lagunas o matorrales, para abastecer a una fábrica regional de tableros de fibra, instalada durante el plan de desarrollo económico. En la década de los cincuenta se inician, en los cotos o arenas estabilizadas, las repoblaciones de pino piñonero en la zona norte del Parque Nacional, y se continúan los ensayos con eucaliptos y gayules.

Kith-Tassara (1955) describe los trabajos de repoblación con *Pinus pinea* realizados en las dunas del médano del Asperillo de la siguiente forma “...estas dunas, que han sido necesario fijar, para defender la gran zona de pinar y eucaliptal de 50.000 ha creada recientemente por el Patrimonio Forestal del Estado, tienen la característica, debido a la existencia del citado acantilado, de que no les entran arenas nuevas procedentes del mar...”. Se refiere el autor a las dunas que existían en la cara interior del médano, denominado complejo de Arenas Gordas, que fueron fijadas con plantones y con semillas de pino. Este texto refleja la intensidad de los trabajos forestales realizados tanto en la zona de las arenas estabilizadas, como en la zona de arenas móviles.

Por último las reforestaciones con especies alóctonas de mayores requerimientos hídricos, y mayor accesibilidad de sus raíces a la capa freática que las autóctonas, ha aumentado la evapotranspiración, reduciendo los niveles de la capa freática. Como consecuencia según Manzano & al. (2002) en zonas como el Abalario y Ribetehilos han desaparecido buena parte de las descargas de agua subterránea a cubetas situadas en estas zonas.

Durante principios del pasado siglo se ve de nuevo incrementado el uso cinegético del territorio, sobre todo con la caza de anátidas en las marismas y lagunas del coto, lo que supuso un incremento de la eliminación de especies depredadoras, ya castigadas en el pasado, fomentado por cabildos y gobiernos civiles mediante importantes recompensas, siendo el lobo el depredador por el que mayores recompensas se ofrecían, especialmente por las hembras (Granados & al., 1987). Según estos autores existen referencias sobre los aprovechamientos cerealistas mediante rozas en la zona de las arenas estabilizadas durante los años comprendidos entre 1930 y 1950. Los propietarios de los cotos arrendaban pequeñas parcelas de matorral que se desbrozaban y quemaban, poniéndolas en cultivo durante ciclos de tres años, y abandonándolas después. En el último año en la siembra con

el grano se mezclaban piñones, de manera que tras la cosecha se abandonaba, y se dejaban crecer los pinos (Rodríguez-Merino & Cobo, 2002).

A partir de la segunda mitad del siglo XX comienza a despertarse el interés científico por Doñana, que culmina con la creación de la Reserva Biológica en el año 1964 y del Parque Nacional en el año 1969. Más tarde en 1989 se crea el Parque Natural del Entorno de Doñana.

Tras la declaración de estos espacios protegidos, la mayor amenaza o factor de origen antrópico que ha provocado cambios drásticos en el paisaje vegetal de la zona ha sido el desarrollo de la agricultura intensiva en las comarcas colindantes, así como la presión urbanística. Los primeros intentos de regadío del sector de las arenas corresponden a algunas fincas particulares próximas al Rocío en la década de los 70, y luego en áreas más extensas con la aprobación del Plan de Transformación de Riego Almonte–Marismas entre finales de los 70 y principios de los 80. En paralelo, se autorizan también las instalaciones turísticas de Matalascañas y el desarrollo de Mazagón.

Ambas actividades afectan a los recursos hídricos disponibles para los distintos ecosistemas que integran Doñana. Las extracciones mediante pozos de agua del acuífero reducen el nivel del freático y las descargas regionales del mismo hacia las zonas de la vera, marismas y manto arrasado. El origen y las consecuencias de estas extracciones lo describen Manzano & al., (2002) y Trick & Custodio (2004), en sus respectivos trabajos, analizando series de datos sobre profundidad del freático y medidas piezométricas, desde los años 70 hasta la actualidad. Ambos autores coinciden en las consecuencias que ha provocado esta actividad sobre la dinámica de las aguas subterráneas, que se pueden resumir en dos tipos: aquellas que afectan a la calidad y las que afectan a la cantidad.

La cantidad de agua se ve afectada por dos razones: las extracciones bajan los niveles del nivel freático y además favorecen el flujo de agua hacia las capas más profundas, donde el acuífero no es libre. Como consecuencia se reduce la humedad edáfica disponible para las raíces de las plantas y las manifestaciones del acuífero en superficie. Las consecuencias en la vegetación son directas; se reduce la superficie de las comunidades más exigentes en humedad, como es el caso de los brezales de turberas, que han visto reducida de manera drástica la superficie que ocupaban desde los años 80 hasta la actualidad. Respecto a la calidad de las aguas, la filtración de contaminantes de origen agrícola hacia capas profundas del acuífero, aporta gran cantidad de contaminantes agroquímicos que son desplazados por las descargas del acuífero hacia la vera, los sotos y los caños presentes en Doñana.

Otra actividad, consecuencia de la intensificación agrícola es la deforestación de grandes áreas, que provoca la pérdida de cohesión de los suelos, movilizandolos las arenas que se depositan en zonas más deprimidas, colmatando algunos de los vasos lagunares existentes.

A modo de síntesis, la disminución de la frecuencia y persistencia de la inundación, la desecación parcial o total de ciertos humedales, los cambios en la salinidad de aguas y la alteración de la distribución temporal de sus ciclos, son algunas de las perturbaciones originadas por la actividad antrópica en los humedales de la zona de estudio.

En la actualidad los aprovechamientos tradicionales permitidos en el área de estudio están regulados por el Plan de Ordenación del Parque Nacional y Parque Natural de Doñana (Decreto 97/2005, de 11 de abril, BOJA nº 105). Según este Decreto, a pesar de ser un espacio único, cada figura de protección Parque Natural y Parque Nacional presentan un régimen jurídico de protección, así como unos instrumentos de planificación y gestión propios.

En el Parque Nacional sigue vigente el Plan Rector de Uso y Gestión aprobado por Decreto 48/2004, de 10 de febrero (BOJA nº 44). En el que se incluyen las siguientes actividades bajo el apartado de régimen de aprovechamientos y usos:

- **Ganadería extensiva:** Implica que el ganado está libre en el territorio y su alimentación dependerá de los recursos naturales disponibles, estando prohibida su alimentación suplementaria. Las zonas de exclusión ganadera incluidas en la zona de estudio son: dunas de Matalascañas y enebrales de Marismillas, con carácter permanente, y con carácter temporal los eucaliptales de la parte norte por un periodo de seis años desde el inicio del programa de restauración. De manera eventual se podrán establecer zonas de reserva o restauración de carácter temporal. La carga máxima permitida en el territorio del Parque Nacional es de 2512 UGM (unidad ganadera mayor).
- **Recogida de piñas:** Indicando que la recogida debe de ser de forma tradicional, desde el suelo previo derribo de las piñas mediante pértiga, o bien escalando al árbol con ganchos incorporados al calzado.
- **Marisqueo de coquina:** De nuevo la captura debe de ser de manera tradicional por rastro artesanal. El número máximo de autorizaciones de esta actividad es de 160 mariscadores.
- **Apicultura:** Se restringen la utilización de especies de abejas que no sean autóctonas para la producción de miel. Se excluyen algunas zonas del área de estudio de la práctica de esta actividad, como la finca de Marismillas, eucaliptales, vetas del Puntal, vía pecuaria, margen derecha de Soto Grande y vera, y algunas zonas de la finca de los Gayules.
- **Regulación del tránsito:** En este apartado se incluye la regulación del tránsito de personas como el tránsito de rocieros, el tránsito con vehículos motorizados por la playa, así como medidas de carácter general como la velocidad máxima de tránsito, las zonas permitidas según la época del año, etc....

En el Parque Natural el Plan Rector de Uso y Gestión se describe en el Anexo II del Decreto 97/2005, de 11 de abril. En él se enumeran y se regulan los aprovechamientos y usos permitidos. Los que se desarrollan en la zona de estudio son:

- **Aprovechamientos forestales:** Las actividades relacionadas con la silvicultura que se recogen en este apartado son: cortas a hecho, desbroces de matorral, gradeo de cortafuegos, recolección de leña y piña. Entre otras limitaciones no se permite la eliminación directa de las siguientes especies de matorral presentes en el área de

estudio: *Arbutus unedo*, *Crataegus monogyna*, *Chamaerops humilis*, *Erica sp.*, *Nerium oleander*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus coccifera*, *Rhamnus sp.*, *Tamarix africana*, *Phillyrea angustifolia*, *Myrtus communis*, *Juniperus phoenicea*, *Juniperus oxycedrus*, *Cytisus grandiflorus* y *Smilax aspera*.

- Ganadería extensiva: Al igual que el Parque Nacional el ganado debe pastar libremente por las zonas autorizadas, sin recibir alimentación suplementaria de ningún tipo.
- Uso público, turismo en el medio rural y turismo activo: El tránsito de visitantes es libre por los viales de la red pública de caminos, exceptuando algunos en los que se especifique de manera expresa. Sí se restringe el tránsito con vehículos motorizados, en muchos de los caminos y cortafuegos del parque.
- Actividades militares: La existencia de instalaciones militares en el médano del Asperillo, está sujeta a limitaciones con el fin de preservar la flora y fauna.

Por último, la existencia de infraestructuras de origen antrópico como carreteras, caminos, edificaciones, diques, etc... permiten la instalación en la zona de especies y comunidades alóctonas que difícilmente encontrarían un nicho ecológico apto en la zona. Es el caso de los suelos empedrados de los patios de las edificaciones o la introducción de suelos alóctonos para afianzar los caminos.

A modo de resumen las actividades antrópicas que han generado y generan modificaciones importantes en la vegetación del área de estudio son:

- Caza: Se conserva la vegetación, pero se realizan fuertes batidas sobre los depredadores naturales de los herbívoros, como el lobo, y se introduce el gamo en Doñana. La modificación de la cadena trófica, aumenta las poblaciones de herbívoros, y como consecuencia la intensidad de herbivoría sobre las comunidades vegetales.

- Ganadería: La fuerte presión ganadera que comenzó en el siglo XVII ha sido la responsable de los grandes cambios en el paisaje vegetal. Se aclaran los bosques y se promueven los fuegos para aumentar la fertilidad de los suelos y la productividad de los pastizales naturales. El resultado es un aumento del matorral pirófito y una disminución tanto del matorral noble como del bosque de alcornoques, sabinas y enebros. Hoy en día la ganadería presente en Doñana tiene impactos muy negativos en la vegetación. Es una fuente importante de nitrificación de los suelos, perturbación que desplaza mucha de las especies autóctonas y favorece el establecimiento y desarrollo de muchas especies alóctonas, algunas de ellas de carácter invasor. También actúan como factor de dispersión de muchas de estas especies.

- Agricultura: Hasta el siglo XX la agricultura no fue un factor muy impactante en el área de estudio dada la pobreza de sus suelos. Pero las actividades ligadas a las mismas como las rozas y posterior quema del terreno para poner en cultivo pequeñas parcelas que luego se abandonaban a los pocos años ha favorecido, como en el caso anterior, la presencia de un matorral pirófito (jaral y brezal) frente a comunidades más complejas y de más lenta recuperación. A partir de la segunda mitad del siglo XX con el desarrollo de las nuevas

tecnologías relacionadas con la agricultura comienzan a proliferar en los territorios colindantes con Doñana los cultivos intensivos bajo plástico y los de regadío. Esto ha tenido, y sigue teniendo, unas consecuencias directas en la vegetación por disminución del nivel del freático y contaminación de las aguas subterráneas, disminuyendo tanto la cantidad de agua disponible como su calidad.

- Pesca: Las actividades derivadas de la pesca, como la extracción de madera de enebro y el corcho de los alcornoques, unidas a otros factores, parece que dieron lugar a un movimiento secundario de las dunas por eliminación de la cubierta vegetal.

- Repoblaciones forestales: Las intensas repoblaciones que comenzaron el siglo XVIII han sido determinantes en el modelado del paisaje de Doñana. Han contribuido a la disminución de la diversidad, homogeneizando el paisaje, en particular las realizadas con eucaliptos han disminuido considerablemente los niveles del acuífero, por incremento de la evapotranspiración. Además, el manejo que implican estas reforestaciones como el desbrozado periódico del matorral ha determinado que el matorral serial que forma su sotobosque no evolucione, en los casos en que es posible, a matorrales más desarrollados como lentiscales o sabinares.

- Turismo y actividades culturales: El turismo actúa en la zona de dos formas, la primera es a través de los asentamientos humanos como Matalascañas y Mazagón, que determinan un consumo de agua que afecta directamente a la dinámica del acuífero, y mediante el ajardinamiento contribuye a aumentar el riesgo de entrada de especies invasoras; la segunda es mediante las actividades propias del turismo de playa, que contribuye a nitrificar los medios más visitados.

En cuanto a las actividades culturales, es la romería del Rocío la de mayor relevancia, ya que algunas hermandades recorren por completo la zona de vera incluida en este estudio. El paso de las caballerías y la acumulación de desperdicios en el camino determina la extensión a través del interior del Parque Nacional de especies nitrófilas.

2.1.7.- Protección

A continuación se expone la evolución temporal de las distintas figuras de protección bajo las que se encuentra el área de estudio.

Con la creación de la Estación Biológica y la Reserva Biológica de Doñana en el año 1964, y su incorporación al Consejo Superior de Investigaciones Científicas, comienza la protección de éstas tierras conocidas anteriormente como el coto de Doñana. Esta adquisición fue posible gracias a que WWF (World Wildlife Foundation) puso a disposición del gobierno español más de la mitad de los fondos necesarios para la compra del territorio a proteger: 6.974 ha. Posteriormente, en el año 1969, mediante el decreto 2412/1969 de 16 de octubre se crea el Parque Nacional, añadiendo al territorio protegido 37.425 ha, donde estaban representados los principales ecosistemas que se presentan en la zona: marismas, caños, lucios y los antiguos cotos de caza. La creación del Parque Nacional se fundamentó en la Ley de Montes del 8 de Junio de 1957 propuesta por el Ministerio de Agricultura. Posteriormente la Ley 91/1978 del 28 de diciembre amplía de nuevo la superficie protegida hasta las 50.000 ha, y se crean zonas de protección y parques periféricos, además de

establecerse un régimen jurídico especial y reclasificarlo en cumplimiento a la Ley de 2 de mayo de Espacios Naturales Protegidos. A partir de esta fecha se suceden los reconocimientos internacionales sobre el Parque Nacional:

- En 1981 es declarado Reserva de la Biosfera y participa en el programa MaB (Hombre y Biosfera) de las Naciones Unidas, que pone en marcha una serie de reservas representativas de los ecosistemas del mundo de cara a desarrollar un programa científico sobre el uso sostenible del medio.
- El 4 de mayo de 1982, España ratifica el convenio Ramsar e incluye al Parque Nacional de Doñana en la lista de zonas húmedas de importancia internacional como hábitat de aves acuáticas.
- En 1985 el consejo de Europa otorga al Parque Nacional de Doñana el Diploma Europeo a la Gestión, que ha sido renovado en 1990, 1995 y 2000.
- Desde 1988 el Parque Nacional es Zona de Especial Protección de Aves (ZEPA), cuando apareció referenciada como tal en la publicación anual de la Dirección General XI de la Comisión de las Comunidades Europeas, sobre las zonas designadas según el artículo 4 de la Directiva 79/409/CEE.
- En 1994 la UNESCO incluye el Parque Nacional de Doñana en la lista del Patrimonio Mundial, obteniendo así la figura de Patrimonio de la Humanidad.
- En la actualidad está incluido en la Red Natura 2000 de la que ya forma parte por ser zona ZEPA. Esta red se establece en la Directiva 92/43/CEE por la que se adquiere el compromiso de garantizar la biodiversidad mediante la conservación de hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres.
- El 6 de febrero de 2004 se aprueba la ampliación del Parque Nacional en 3.532 ha, incluyendo la Finca de Caracoles, terrenos aledaños al Arroyo de Partido y una franja paralela a la carretera autonómica de Bollullos-Matalascañas. Se fija la superficie total del Parque Nacional tras estas incorporaciones en 54.252 ha.

Respecto al origen del Parque Natural de Doñana, se crea por la Ley 2/1989 de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de Espacios Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección. El Parque Natural incluye en su ámbito territorial los antiguos pre-parques del Parque Nacional, contribuyendo así a incrementar su protección. En 1997 según el Decreto 2/1997, el hasta ahora llamado Parque del Entorno de Doñana pasa a llamarse Parque Natural de Doñana y se modifican los límites del mismo.

En 2002 se designa Zona de Especial Protección para las Aves conforme a la Directiva 79/409/CEE. Al adquirir esta categoría se incluye en la Red Natura 2000.

En 2004 se modifican de nuevo los límites del Parque Natural en su sector este y oeste, resultando una superficie total de 56.523 ha. Dentro de los límites del Parque Natural se

encuentra el Acantilado del Asperillo que goza de la figura de Monumento Natural desde el año 2001, tras ser aprobado por el Decreto 226/2001.

Ambos espacios, tanto Parque Nacional como Natural, conforman el “Espacio Natural de Doñana” declarado mediante la Ley 8/1999 de 27 de octubre siendo la superficie total de este espacio de 110.775 ha. Espacio incluido en la propuesta de la Comunidad Autónoma de Andalucía de Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) conforme a la Directiva 92/43/CEE.

2.2.- METODOLOGÍA EMPLEADA

2.2.1.- Métodos de estudio de la vegetación

El estudio de la vegetación ha sido objeto de numerosos trabajos, que se han abordado desde distintas metodologías. La vegetación se ha estudiado tradicionalmente desde dos puntos de vista: el fisionómico-fenológico y el florístico, utilizando dos unidades diferentes, la formación (comunidades definidas por su fisionomía) y la asociación (comunidades definidas por su composición). Los dos métodos persiguen un objetivo común, la clasificación o tipificación de la vegetación para su mejor comprensión y entendimiento.

Por otro lado, los estudios de la vegetación se enfocarán de una u otra manera, según se acepte o no la existencia de comunidades o asociaciones vegetales. En Europa, a principios del siglo pasado, se crean distintas escuelas fitosociológicas que basan sus estudios en la existencia de comunidades o asociaciones vegetales (teoría de la biocenosis), mientras que en el mundo anglosajón, un grupo de autores reconoce la vegetación como un continuo (teoría del *continuum*), centrandose entonces sus estudios en la forma como se alternan las especies a lo largo de los gradientes ambientales, utilizando para ello diferentes técnicas de análisis matemático, sobre todo las de ordenación. Las escuelas fitosociológicas aceptan que la amplitud ecológica de la comunidad es en general más estrecha que la de la mayoría de las especies que la componen, esta creencia facilita la delimitación de las fronteras entre las comunidades vegetales.

Entre las escuelas fitosociológicas europeas la más extendida en la actualidad es la escuela sigmatista, cuyo fundador fue Braun-Blanquet. Siguiendo las directrices de dicha escuela se han realizado muchos de los trabajos de vegetación en la Península Ibérica. La escuela sigmatista genera un sistema jerárquico de clasificación que responde a la necesidad de ordenar el gran número de comunidades diferentes existentes y entender la relaciones florísticas entre ellas. La asociación es la unidad básica, seguida de las categorías sintaxonómicas de rango superior como las alianzas, órdenes y clases. Es posible dividir las asociaciones en jerarquías de menor rango como la subasociación, la variante y las facies.

La asociación como la unidad básica en el sistema de clasificación fitosociológico, la define Braun-Blanquet (1979) como: “una comunidad vegetal de composición florística determinada, propia de condiciones ecológicas uniformes y de fisionomía homogénea”, insistiendo en que no hay que olvidar que la asociación representa una unidad abstracta, un

tipo, que ha resultado de la síntesis de muchas comunidades aisladas semejantes. Además la escuela sigmatista, concibe la asociación como una unidad de vegetación determinada por especies características y diferenciales. Las especies características son aquellas que presentan un grado de fidelidad alto por una determinada asociación, siendo las diferenciales aquellas especies que sirven para separar comunidades afines, poniendo así de manifiesto determinadas diferencias bióticas, edáficas, microclimáticas o corológicas entre ellas. La elección de dichas especies ha sido muy criticada por los detractores de la escuela sigmatista, ya que para su elección es necesario el conocimiento previo de las comunidades o asociaciones que definen, considerándolo un elemento de diagnóstico subjetivo.

Uno de los problemas al que hay que enfrentarse a la hora de abordar un estudio de vegetación, desde el método fitosociológico, es la falta de aleatoriedad a la hora de realizar los muestreos. En un principio se puede pensar que el mejor muestreo de la vegetación, en sentido estadístico, es aquel en que cada punto del territorio tiene la misma probabilidad de ser escogido. No obstante si lo que se pretende es obtener una muestra representativa de la variabilidad ecológica del territorio, hay que tener en cuenta que en un territorio las variaciones en las variables ecológicas (climáticas, edáficas, geológicas, hidrológicas, etc...) están representadas de manera desigual. Una selección aleatoria de las muestras puede llevar a resultados no deseados desde el punto de vista descriptivo o interpretativo de la vegetación. Por un lado se pueden dejar de muestrear tipos raros de vegetación o bien el número de repeticiones para poder detectar estos tipos sería muy elevado; y por otro lado, aquellos tipos de vegetación más frecuentes estarán muestreados en exceso. En este sentido el muestreo dirigido es más eficaz a la hora de representar el mayor número de comunidades presentes en un territorio, que la elección aleatoria de las muestras.

Además, el muestreo subjetivo garantiza en parte que la muestra posee una cierta homogeneidad en lo relativo a los factores ambientales, por lo que se espera que su composición florística contenga las especies mejor adaptadas a esas condiciones. Por el contrario, un muestreo aleatorio no condicionado puede dar lugar a recolección de muestras que contengan gradientes ambientales, recogiendo en una misma muestra especies adaptadas a distintas condiciones.

Los métodos de análisis matemáticos, basados en métodos cuantitativos, han sido otra manera de abordar los estudios de vegetación, aunque han sido una herramienta poco utilizada por la fitosociología tradicional. Estos métodos se basan en la utilización de medidas de similitud (índices, correlaciones o pruebas de significación) entre inventarios o muestras para su clasificación u ordenación respecto a gradientes ambientales. La aplicación de diferentes tests estadísticos a las medidas de similitud es lo que diferencia unos sistemas de otros. Entre los métodos cuantitativos, los más utilizados son los métodos multivariantes, que estudian el conjunto de relaciones entre muchas variables. Los métodos multivariantes incluyen muchos tipos de análisis diferentes, como los análisis de componentes principales, factorial, discriminante, cluster, regresión múltiple, etc... Las ventajas de estas técnicas de análisis, es que aportan objetividad a los métodos de clasificación de las comunidades.

En el presente trabajo se han combinado los métodos de la fitosociología tradicional con los métodos de análisis matemático. La razón de utilizar el método fitosociológico se ha

basado en varios motivos, por ser un método estandarizado y sistemático que permite comparar resultados entre diferentes trabajos y abarcar escalas de estudio relativamente grandes, ser un método aceptado y utilizado a nivel ejecutivo en la Directiva Hábitat y en los proyectos de cartografía de la vegetación realizados a nivel nacional, así como por ser comparable y complementario a los ya realizados en la zona de estudio, siguiendo la misma metodología (v.g. Allier, 1977; Allier & Bresset, 1977; Allier & al., 1977; y Rivas-Martínez & al., 1980). Con el objetivo de restar subjetividad a la clasificación de los inventarios de vegetación realizados, se han aplicado técnicas de análisis matemáticos, también utilizados en algunos de los trabajos publicados anteriormente sobre la vegetación de Doñana (v.g. Allier, 1977; Allier & Bresset, 1977; Allier & al., 1977).

A continuación se expone la metodología que se ha seguido en cada uno de estos dos métodos de análisis.

2.2.2.- Fases metodológicas en fitosociología sigmatista

Las fases a seguir en este estudio han sido tres, una fase analítica durante la que se realizan los muestreos, una fase sintética o de clasificación y una última fase de asignación de sintaxones a las distintas comunidades reconocidas.

En la fase analítica se realizó un reconocimiento previo del terreno utilizando una ortofotografía aérea en falso color a escala 1:20.000, correspondiente a un vuelo del año 2004, cedida por la Consejería de Medio Ambiente para la realización de la cartografía de la vegetación. Se reconocieron seis unidades ambientales a gran escala: playa, tren de dunas móviles, arenas estabilizadas, cordones litorales, vera y médano del Asperillo, ya descritas en el apartado de geomorfología. Una vez establecidos los límites del área de estudio se comenzó con la campaña de muestreo.

Las campañas de muestreo se planificaron con el objetivo de abarcar la máxima variabilidad ambiental de la zona, la máxima variabilidad de posibles comunidades dentro de una misma unidad ambiental y la máxima variabilidad de una misma comunidad.

La elección de las parcelas de muestreo se realizó buscando unidades de vegetación que presentarán una homogeneidad tanto estructural como florística. En el caso de presentarse catenas de vegetación, siguiendo algún gradiente, se realizó un esquema de la posición de las diferentes unidades de muestreo que se realizaron a lo largo del mismo, por el valor que estos datos tienen en la interpretación del paisaje en este estudio.

Los datos que se incluyeron en cada uno de los inventarios, siguiendo las recomendaciones expuestas por Mucina & al. (2000), fueron los siguientes: listado de todas las especies que incluía el área de muestreo elegida, asignación de la cobertura a cada una de estas especies mediante la escala de cobertura-abundancia propuesta por Braun-Blanquet (1979) (Tabla 6), fecha de realización, cobertura total de la superficie de muestreo, coordenadas UTM del lugar de muestreo, autores del inventario, topónimo del lugar y comentarios cualitativos sobre el medio físico, así como comentarios generales relativos a la posición de la comunidad en la sucesión vegetal, su estado de conservación, la dinámica catenal, etc....., que ayudaran en la interpretación general de los datos al finalizar el estudio.

Escala de magnitud	Grado de cobertura en %
5	75-100
4	50-75
3	25-50
2	25-10
1	10-1
+	<1

Tabla 6. Valores de la escala de cobertura-abundancia propuesta por Braun-Blanquet (1979).

Tras la toma de muestras se incluyeron los inventarios en el módulo Quercus del programa de Análisis de la Vegetación VEGANA (De Cáceres & al., 2003) creándose una tabla primaria que incluía el total de inventarios realizados en el campo. La clasificación de los inventarios se realizó con el módulo de análisis Gynko del mismo programa, utilizando los análisis que se describirán en el siguiente apartado.

Tradicionalmente en la escuela sigmatista la clasificación de los inventarios se ha realizado utilizando especies diagnósticas, que definen a las distintas asociaciones según el grado de fidelidad que muestren hacia cada una de ellas. Como ya se ha indicado, esta fase de la metodología sigmatista ha sido muy criticada por la falta de objetividad en el criterio de clasificación. También cuando los volúmenes de datos son muy grandes, como en el presente estudio, la clasificación manual o sin ayuda de test estadísticos es difícil y subjetiva. Por todo ello, se decidió someter a los inventarios a análisis multivariantes de agrupación para que, de manera objetiva, se generaran los grupos de inventarios.

Estos grupos fueron analizados de forma crítica para ver si correspondían con asociaciones, es decir, si eran uniformes desde los puntos de vista de la fisionomía, de la florística y de la ecología. En caso contrario, se procedía a aplicar nuevos análisis a estos grupos hasta separar unidades con entidad sintaxonómica. No obstante, en algunos casos los inventarios de algunas asociaciones, sobre las que no cabía duda sobre su entidad, tuvieron que ser reunidos a partir de grupos dispares.

Una vez obtenidos los distintos grupos de inventarios generados por los distintos análisis matemáticos, se procedió a su clasificación sintaxonómica y a la realización de las tablas definitivas por comunidades. La nomenclatura sintaxonómica que se adoptó fue la propuesta por Rivas-Martínez & al. (2001), consultando las diferentes obras donde se publicaron las descripciones originales de las comunidades en los casos que fue posible. En el caso de descripción de nuevos sintaxones se han seguido las normas del código internacional de nomenclatura fitosociológica (Izco & Del Arco, 2003).

En las tablas de inventarios correspondientes a las diferentes comunidades de la zona de estudio se ha incluido una columna sintética que hace referencia al grado de constancia o de presencia de cada especie en la comunidad. Los valores se representan con números romanos y su equivalencia con los distintos grados de presencia se resume en la Tabla 7.

Escala de magnitud	Grado de presencia en %
V	100-80
IV	80-60
III	60-40
III	40-20
I	20-1

Tabla 7. Grado de presencia de las especies.

Cada tabla de inventarios también recoge información sobre la diversidad en forma de dos índices: la riqueza específica (S) y la diversidad o entropía de Shannon-Wiener (H'). La riqueza específica se ha calculado como la medida del número de especies por inventario, y la entropía de Shannon-Wiener como medida que combina el número de especies y la proporción de aparición de cada uno de los taxones en el inventario. Se ha elegido este índice por ser uno de los más utilizados a la hora de calcular la diversidad biológica (De Cáceres, 2005). El cálculo de los valores del índice de Shannon-Wiener se ha realizado en base a la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{j=1}^s p_j \times \log(p_j)$$

Donde p es la probabilidad de aparición del taxón j. Además se incluye el valor medio de los dos índices, para el conjunto de inventarios que constituyen cada comunidad. Los cálculos de diversidad realizados se deben interpretar como medidas α de diversidad, en el sentido de que son el reflejo de la diversidad puntual en una comunidad concreta que se ha considerado homogénea.

Estos índices no han sido calculados para comunidades en las que la intensidad de muestreo ha sido baja, en este caso los valores calculados no aportan mucha información. Se estableció un número mínimo de cuatro inventarios, para calcular los índices de diversidad.

La identificación del material se ha llevado a cabo en base a la Flora vascular de Andalucía Occidental (Valdés & al., 1987), salvo para aquellos géneros en los que revisiones posteriores hayan supuesto modificaciones aceptadas de la taxonomía o la nomenclatura de las especies presentes en el ámbito de este estudio. En este último caso se indica la obra seguida en el capítulo del catálogo florístico (Anexo II).

2.2.3.- Aplicación de la fitosociología numérica al análisis de los inventarios

Con el objetivo de restar subjetividad a la clasificación de los inventarios realizados durante el presente estudio, se ha decidido aplicar análisis numéricos a los datos, haciendo más formal el proceso de clasificación de la vegetación. Aún así, como se verá más adelante, éstos métodos no están exentos de subjetividad, ya que el investigador debe tomar decisiones que condicionarán los resultados finales de la clasificación.

La necesidad de establecer grupos en un conjunto de elementos, está motivada por la creencia a priori, de que la variabilidad observada en los datos permite dividir los elementos en categorías que sean útiles para su estudio posterior. En el caso de las muestras de vegetación la información de la que se dispone a priori es bastante pobre desde el punto de vista estadístico. La función de distribución de las variables y de los grupos es desconocida. Tan sólo la fitosociología tradicional ofrece una clasificación de partida basada, como se ha expuesto anteriormente, en criterios un tanto subjetivos.

Por tanto en este trabajo se adopta una postura cautelosa y no se hará ninguna clasificación previa de los inventarios, se tratarán los datos con métodos propios del análisis de *cluster*. A partir de los resultados que se van obteniendo en los sucesivos análisis se evalúa si son válidos desde el punto de vista de la fitosociología tradicional, es decir, si agrupan inventarios que puedan ser considerados como asociaciones desde el punto de vista florístico, fisionómico y ecológico.

Para la aplicación de la fitosociología numérica se ha utilizado el módulo de análisis Gynko (Bouxin, 2005) integrado en el programa de análisis de la vegetación (VEGANA) (De Cáceres & al., 2003). Se informatizaron un total de 729 inventarios que incluían 694 taxones diferentes, obteniendo así una matriz de análisis con 729 objetos (inventarios) y 694 variables (taxones).

El objetivo de estos análisis es la clasificación en grupos de los distintos inventarios, basada en las semejanzas florísticas que presentan. Luego se consideran los inventarios como un conjunto de objetos susceptibles de ser representados en un espacio de varias dimensiones, determinados directa o indirectamente por su composición específica y por la abundancia de sus taxones. La representación y análisis de inventarios de vegetación en un espacio multivariante implica escoger, entre otras cosas, una transformación de la escala de cobertura abundancia de Braun-Blanquet y una métrica adecuada para representar las relaciones de proximidad entre las comunidades vegetales. Se ha utilizado la transformación combinada de van der Maarel de 1979 por ser una de las transformaciones más utilizadas en este tipo de análisis (Mucina & al., 2002, De Cáceres, 2005). La distancia euclídea, implícita en el tipo de análisis realizado, ha sido la manera de calcular la distancia entre los inventarios.

Tras consultar el trabajo de De Cáceres (2005), donde se describen muchas de las posibilidades que ofrece la clasificación numérica de los inventarios, se ha decidido utilizar en el presente trabajo los métodos de análisis partitivos, en concreto el método de K-means (KM), para el análisis de los datos. Este método no ha sido utilizado aún con profusión para la clasificación de comunidades vegetales (Pérez Prieto & Font, 2005) a pesar de que su utilidad ha sido contrastada por De Cáceres (2005).

A la hora de utilizar éstos métodos es importante elegir una buena estrategia de inicialización ya que de ello van a depender los resultados. Los dos parámetros más importantes a elegir son: determinar el número de grupos en los que se quieren agrupar los datos y la estrategia de inicialización del análisis.

Para saber que número de grupos es el que agrupa los inventarios de manera más natural se ha elegido el estadístico que, según De Cáceres (2005), es más sensible para detectar

estructuras de grupos en vegetación: *average mean silhouette* o silueta media. Los cambios de tendencia del valor de la silueta media son los que van a marcar el número de grupos idóneo para el conjunto de datos. En la Tabla 8 se representa el valor de la silueta media calculada para diferentes números de grupos (K), utilizando tres métodos de inicialización diferentes: el método de Ward, el UPGMA y el método flexible. Tras la representación de estos valores (Figura 5) se han observado varios picos donde este estadístico presenta valores máximos seguidos de una inflexión: en K=5, K=8, K=23 y K=46 (según el método de Ward), en K=4, K=7, K=9, K=15, K=20 y K=23 (según el método flexible) y en K=6, K=17 y K=19 (según el método UPGMA). Se ha elegido el número de grupos 23 por ser el óptimo donde coinciden dos de los tres métodos de inicialización utilizados en este análisis.

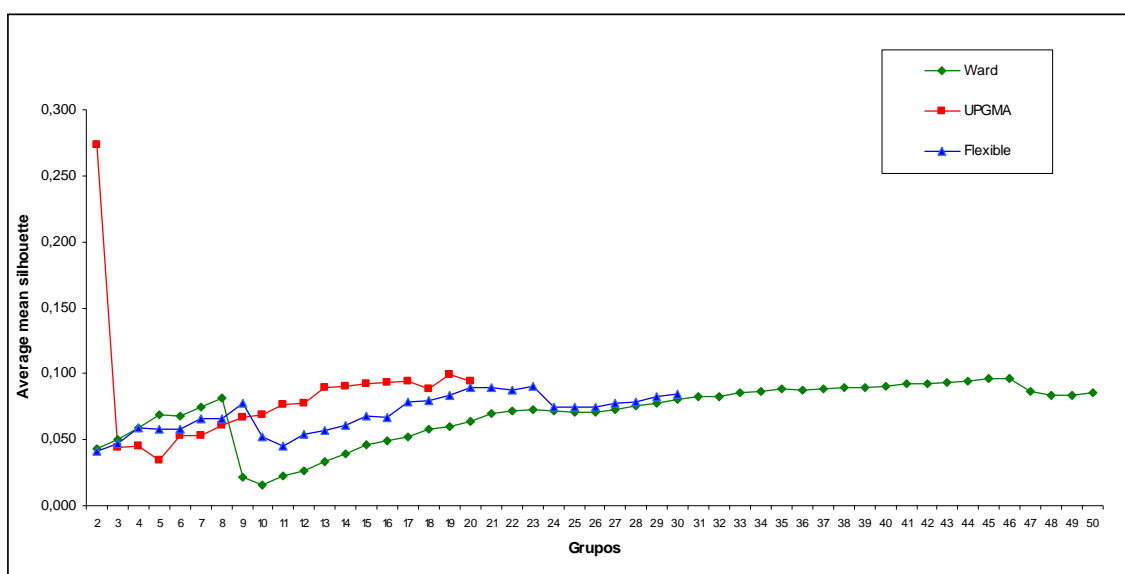


Figura 5. Representación del valor del estadístico average mean silhouette según el número de grupos (K) para tres algoritmos jerárquicos partitivos diferentes: método de Ward, UPGMA y Flexible.

Para testar que tipo de método de inicialización es el más idóneo a la hora de clasificar los inventarios, se ha elegido el estadístico que representa el valor de la suma total de los cuadrados de los errores (TESS), seleccionando aquella estrategia que minimice dicho valor. Se han calculado los valores para diferentes números de grupos utilizando tres métodos de inicialización diferentes: el método de Ward, el UPGMA y el método flexible. Los datos se muestran en la Tabla 8. Los valores de TESS son muy parecidos para los métodos flexible y de Ward, y presentan valores menores a los del método UPGMA, siendo ligeramente menores los del método de Ward. (Figura 6). Luego como método de inicialización se ha elegido el algoritmo aglomerativo de Ward.

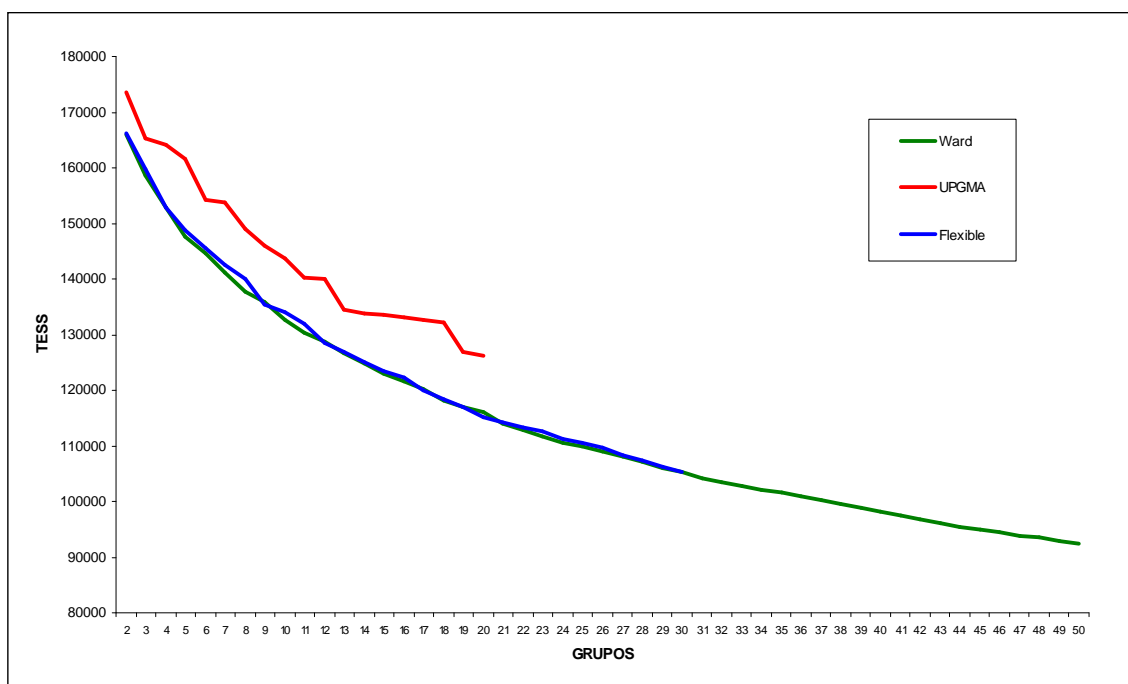


Figura 6. Representación del valor del estadístico TESS según el número de grupos (K) para tres algoritmos jerárquicos partitivos diferentes: método de Ward, UPGMA y Flexible.

Al ser el volumen de datos inicial muy grande y diverso, algunos de los grupos generados en la primera clasificación presentaban evidencias de incluir más de una asociación. Para poder detectar el mayor número posible de asociaciones se realizaron análisis posteriores, utilizando el método partitivo denominado Fuzzy C-Mean (FCM). Se trata de una generalización del algoritmo de K-mean en el ámbito de la lógica difusa (De Cáceres, 2005). La ventaja que añade este análisis a la división es que los elementos a clasificar no tienen que pertenecer a un solo grupo, sino que pueden presentar grados de pertenencia a los diferentes grupos, siempre que la suma de estos grados sea igual a 1.

Por último, con el objetivo de testar la validez o consistencia del modelo de clasificación generado por los análisis de partición, se sometió a los datos a un análisis de similitud aplicando el método ANOSIM (Clarke & Green, 1988). Este método permite evaluar la existencia de diferencias estadísticamente significativas en la composición/abundancia taxonómica entre los grupos previamente establecidos, basándose en una matriz de similitud. Si dos grupos son estadísticamente diferentes la heterogeneidad dentro de cada uno de ellos debe ser inferior a la homogeneidad entre ambos (serán internamente muy similares, mientras que no compartan elementos con el otro grupo). Para evaluar la solidez de la clasificación se utiliza el estadístico R, el cual incluye la comparación entre la heterogeneidad intra-grupo con la homogeneidad entre grupos. Alcanza su valor máximo (1) cuando todos los grupos son completamente homogéneos y no comparten elementos con ningún otro. Por el contrario un valor bajo sería indicador de una clasificación pobre no mejor que una azarosa. El estadístico va acompañado de un nivel de significación (p), obtenido a través de n permutaciones, que indica la probabilidad de obtener por azar un valor de R inferior al observado. Este análisis se realizó sobre los datos de la clasificación generada por el análisis K-mean, y el segundo con los datos generados tras la aplicación de los análisis Fuzzy C-Mean a algunos de los grupos.

Método	Ward			UPGMA			Flexible		
	A.silhouette	TESS	Pseudo-F	A.silhouette	TESS	Pseudo-F	A.silhouette	TESS	Pseudo-F
2	0,043	165997,31	35,81	0,2732	173540,75	2,65	0,041	166113,47	35,28
3	0,050	158661,96	35,49	0,0443	165373,51	19,32	0,047	159818,49	32,61
4	0,059	152879,73	33,66	0,0457	164145,43	13,68	0,059	152879,73	33,66
5	0,069	147686,06	32,46	0,0345	161696,72	13,97	0,058	148768,63	30,91
6	0,068	144589,91	29,59	0,0532	154233,55	18,70	0,058	145627,85	28,34
7	0,074	141183,83	28,12	0,0536	153767,03	15,97	0,065	142597,00	26,65
8	0,082	137719,50	27,26	0,0605	149074,18	17,34	0,066	139982,87	25,16
9	0,021	135836,30	25,40	0,0674	145895,71	17,44	0,077	135484,60	25,70
10	0,016	132670,48	24,99	0,0689	143759,75	16,90	0,052	133914,38	24,02
11	0,022	130435,29	24,08	0,0763	140255,57	17,37	0,045	131998,92	22,94
12	0,027	128731,86	23,01	0,0775	140061,04	15,88	0,054	128482,09	23,18
13	0,033	126651,87	22,39	0,0900	134454,36	17,63	0,057	126796,65	22,29
14	0,039	124862,77	21,72	0,0906	133906,91	16,54	0,061	125064,75	21,60
15	0,046	123038,41	21,20	0,0920	133484,62	15,55	0,067	123374,22	21,00
16	0,049	121571,45	20,57	0,0932	133076,20	14,68	0,067	122311,22	20,16
17	0,052	120280,41	19,94	0,0948	132643,08	13,93	0,078	120109,93	20,03
18	0,058	118237,42	19,79	0,0888	132174,02	13,29	0,080	118473,55	19,66
19	0,060	117061,28	19,24	0,0989	126842,71	14,72	0,083	116979,74	19,29
20	0,064	116031,81	18,70	0,0943	126157,13	14,20	0,089	115224,29	19,09
21	0,070	114029,48	18,67	RNCS	RNCS	RNCS	0,090	114280,88	18,55
22	0,072	112947,04	18,25	RNCS	RNCS	RNCS	0,088	113218,79	18,13
23	0,073	111710,46	17,94	RNCS	RNCS	RNCS	0,091	112621,06	17,54
24	0,072	110639,60	17,60	RNCS	RNCS	RNCS	0,074	111266,76	17,33
25	0,071	109865,39	17,17	RNCS	RNCS	RNCS	0,075	110522,96	16,89
26	0,071	109073,40	17,78	RNCS	RNCS	RNCS	0,075	109746,45	16,51
27	0,073	107967,78	16,56	RNCS	RNCS	RNCS	0,078	108361,97	16,40
28	0,075	107028,40	16,29	RNCS	RNCS	RNCS	0,079	107358,01	16,16
29	0,078	105942,82	16,10	RNCS	RNCS	RNCS	0,082	106128,83	16,03
30	0,080	105199,68	15,80	RNCS	RNCS	RNCS	0,085	105265,07	15,78
31	0,083	104154,99	15,64	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS
32	0,083	103460,69	15,37	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS
33	0,086	102675,76	15,15	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS
34	0,086	102168,59	14,84	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS
35	0,088	101552,60	14,60	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS
36	0,087	100863,58	14,39	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS
37	0,089	100223,03	14,18	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS
38	0,089	99491,62	14,02	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS
39	0,089	98738,34	13,87	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS
40	0,090	98054,06	13,72	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS
41	0,092	97453,91	13,54	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS
42	0,092	96778,28	13,40	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS
43	0,094	96065,31	13,28	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS
44	0,095	95405,47	13,15	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS
45	0,097	95016,11	12,95	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS
46	0,096	94488,35	12,80	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS
47	0,087	93824,26	12,70	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS
48	0,083	93472,79	12,51	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS
49	0,084	92809,29	12,42	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS
50	0,086	92506,74	12,23	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS	RNCS

Tabla 8. Valores de diferentes estadísticos: average mean silhouette, suma de los errores al cuadrado (TESS) y pseudo-F, según diferentes algoritmos jerárquicos partitivos: método de Ward, métodos UPGMA y método Flexible, siendo K el número de grupos. RNCS significa que el análisis no obtuvo resultados

Capítulo 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. VEGETACIÓN

3.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS NUMÉRICO

3.3. ÍNDICES DE DIVERSIDAD

3.4. DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN POR UNIDADES DE PAISAJE

3.5. FLORA

3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente apartado se incluyen la descripción de las comunidades registradas en el área de estudio y se encuadran en el correspondiente esquema sintaxonómico. En un segundo bloque se discuten los datos de diversidad registrados en cada una de las comunidades reconocidas, en base a dos índices calculados: la riqueza específica y la entropía de Shannon-Wiener. Por último, se analizan los resultados de los análisis numéricos aplicados a los inventarios y las correspondencias detectadas con la fitosociología tradicional.

3.1.- VEGETACIÓN

Se presenta en primer lugar el esquema sintaxonómico, que incluye la sintaxonomía completa de todas las comunidades registradas en el área de estudio, desde nivel de clase, subclase, orden, suborden, alianza, hasta llegar al nivel de asociación, en algunos casos de subasociación o comunidad. En segundo lugar se procede a la descripción de cada una de las asociaciones.

3.1.1.- Esquema sintaxonómico

Se desarrolla por grupos según la ecología de la vegetación que lo integra. Se ha seguido la clasificación ecológica y la nomenclatura sintaxonómica propuesta por Rivas-Martínez & al. (2001). El orden a seguir es: vegetación acuática, vegetación del litoral o halófila, vegetación casmofítica o epífita, vegetación antropógena, vegetación pascícola o pratense, vegetación serial y vegetación potencial forestal.

I VEGETACIÓN ACUÁTICA FLOTANTE, SUMERGIDA O ENRAIZADA

I.A. VEGETACIÓN DE AGUAS DULCES

1. *Charetea fragilis* Fukarek ex Krausch 1964

1.a. *Charetalia hispidae* Sauer ex Krausch 1964

1.1. *Charion fragilis* Krausch 1964

1.1.1. *Charetum asperae* Corillion 1957

1.1.2. *Charetum conniventis* Velayos, Carrasco & Cirujano 1989

1.1.3. *Charetum fragilis* Corillion 1957

1.2. *Charion vulgaris* (Krause ex Krause & Lang 1977) Krause 1981

1.2.3. *Charetum vulgaris* Corillion 1957

1.b. *Nitelletalia flexilis* Krause 1969

1.3. *Nitellion flexilis* Dambaska 1966 em. Krause 1969

1.3.1. *Magnonitelletum translucentis* Corillion 1957

1.3.2. *Nitelletum flexilis* Corillion 1957

2. *Lemnetea* Tüxen ex O. Bolòs & Masclans 1955

2a. *Lemnetalia minoris* Tüxen ex O. Bolòs & Masclans 1955

2.1. *Lemnion minoris* Tüxen ex O. Bolòs & Masclans 1955

2.1.1. *Lemnetum gibbae* Miyawaki & J. Tüxen 1960

2.1.2. *Lemnetum minoris* Oberdorfer ex Müller & Görs 1960

2.1.3. *Lemno-Azolletum filiculoidis* Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952

2.2. *Lemnion trisulcae* Den Hartog & Segal ex Tüxen & Schwabe in Tüxen 1974

2.2.1. *Ricciocarpetum natantis* Segal 1963 em. Tüxen 1974

2.3. *Lemno minoris-Hydrocharition morsus-ranae* Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999

2.3.1. *Lemno minoris-Hydrocharitetum morsus-ranae* Passarge 1978

3. *Potametea Klika in Klika & Novák 1941*

3a. *Potametalia* Koch 1926

3.1. *Potamion* (Koch 1926) Libbert 1931

3.1.1. *Myriophyllo alterniflori-Potametum trichoidis* Cirujano, Pascual & Velayos 1986

3.1.2. *Potametum lucentis* Hueck 1931

3.1.3. *Potametum pectinati* Cartensen 1955

3.2. *Nymphaeion albae* Oberdorfer 1957

3.2.1. *Myriophyllo alterniflori-Potametum natantis* Rivas-Martínez, Fernández-González, Sánchez-Mata, Pizarro & Sardinero 2001

3.3. *Ranunculion aquatilis* Passarge 1964

3.3.1. *Callitricho platycarpae-Elatinetum alsinastri* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

3.3.2. *Callitricho stagnalis-Ranunculetum saniculifolii* Galán in A.V. Pérez, Galán, P. Navas, D. Navas, Y. Gil & Cabezudo 1999

3.3.3. *Callitricho brutiae-Ranunculetum peltati* Pizarro & Rivas-Martínez in Rivas-Martínez, T.E. Díaz, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousã & A. Penas 2002

3.3.4. *Myriophyllo alterniflori-Callitrichetum brutiae* Cirujano, Pascual & Velayos 1986

3.4. *Zannichellion pedicellatae* Schaminée, Lanjouw & Schipper 1990 em. Pott 1992

3.4.1. *Zannichellietum pedicellatae* Nordhagen 1954

3b. *Utricularietalia* Den Hartog & Segal 1964

3.5. *Utricularion* Den Hartog & Segal 1964

3.5.1. *Utricularietum exoleta-australis* Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

II. VEGETACIÓN DULCIACUÍCOLA FONTINAL, ANFIBIA Y TURFÓFILA

II.A. VEGETACIÓN PRIMOCOLONIZADORA EFÍMERA

4. *Isoeto-Nanojuncetea* Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff, Dijk & Passchier 1946

4a. *Isoetetalia* Br.-Bl. 1936

4.1. *Isoetion* Br.-Bl. 1936

4.1.1. *Peplido hispidulae-Isoetetum delilei* Br.-Bl. 1936 corr. Barkman, Moravec & Rauschert 1986

4.2. *Preslion cervinae* Br.-Bl. ex Moor 1937

4.2.1. *Eryngio corniculati-Preslietum cervinae* Rivas-Goday 1957

4.2.2. *Junco pygmaei-Isoetetum velati* Rivas-Goday 1956

- 4.2.3. *Junco capitati-Isoetum hystericis* Br.-Bl. 1936
- 4.3. *Cicendion* (Rivas-Goday in Rivas-Goday & Borja 1961) Br.-Bl. 1967
- 4.3.1. *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980
- 4b. *Nanocyperetalia* Klika 1935
- 4.4. *Nanocyperion* Koch ex Libbert 1933
- 4.4.1. Comunidad de *Bulbostylis cioniana*
- 4.4.2. Comunidad de *Fimbristylis bisumbellata* sensu Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980
- 4.4.3. *Ludwigio palustris-Cyperetum micheliani* Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980
- 4.5. *Verbenion supinae* Slavnic 1951
- 4.5.1. *Damasonio alismatis-Crypsietum aculeatae* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980
- 4.5.2. *Heliotropio supini-Heleochoetum schoenoidis* Rivas-Goday 1956

II.B. VEGETACIÓN LACUSTRE, FONTINAL Y TURFÓFILA

5. *Isoeto-Littorelletea* Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937

5a. *Littorelletalia* Koch 1926

- 5.1. *Hyperico elodis-Sparganion* Br.-Bl. & Tüxen ex Oberdorfer 1957
- 5.1.1. *Hyperico elodis-Potametum oblongi* (Allorge 1926) Br.-Bl. & Tüxen 1952
- 5.1.2. *Junco emmanuelis-Eleocharitetum multicaulis* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980
- 5.1.3. *Scirpo fluitantis-Juncetum heterophylli* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980
- 5.2. *Eleocharition acicularis* Pirtsch 1967
- 5.2.1. Comunidad de *Schoenoplectus erectus*

6. *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika & Novák 1941

6a. *Phragmitetalia* Koch 1926

- 6.1. *Phragmition communis* Koch 1926
- 6.1a. *Phragmitenion communis*
- 6.1.1. *Schoenoplectetum corymbosi* ass. nova
- 6.1.2. *Typho angustifoliae-Phragmitetum australis* (Tüxen & Preising 1942) Rivas-Martínez, Báscones, T.E. Díaz, Fernández-González & Loidi 1991
- 6.1b. *Scirpenion maritimi* Rivas-Martínez in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980
- 6.1.3. *Bolboschoenetum maritimi* Egger 1933

6b. *Nasturtio-Glycerietalia Pignatti* 1954

- 6.2. *Glycerio-Sparganion* Br.-Bl. & Sissingh in Boer 1942
- 6.2a. *Glycerienion fluitantis* (Géhu & Géhu-Franck 1987) J.A. Molina 1996
- 6.2.1. *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980
- 6.2b. *Nasturtion officinalis* Géhu & Géhu-Franck 1987
- 6.2.2. *Glycerio declinatae-Apietum nodiflori* J.A. Molina 1996

- 6c. *Magnocaricetalia* Pignatti 1954
 - 6.3. *Magnocaricion elatae* Koch 1926
 - 6.3.1. *Cladietum marisci* Zobrist 1935
 - 6.3.2. *Irido pseudacori-Polygonetum serrulati* O. Bolòs 1957
 - 6.4. *Caricion broterianae* (Rivas-Martínez, Fernández-González & Sánchez-Mata 1986) J.A. Molina 1996
 - 6.4.1. *Caricetum pseudocypero-lusitanicae* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980
 - 6d. *Scirpetalia compacti* Hejný in Holub, Hejný, Moravec & Neuhäusl 1967 corr. Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980
 - 6.5. *Scirpion compacti* Dahl & Hadač 1941 corr. Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980
 - 6.5.1. *Scirpetum compacto-litoralis* (Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952) O. Bolòs 1962 corr. Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980
- 7. *Scheuchzerio-Caricetea fuscae* Tüxen 1937**
- 7a. *Caricetalia fuscae* Koch 1926 em. Br.-Bl. 1949
 - 7.1. *Anagallido tenellae-Juncion bulbosi* Br.-Bl. 1967
 - 71.1. *Anagallido tenellae-Juncetum bulbosi* Br.-Bl. 1967

III. VEGETACIÓN LITORAL Y HALÓFILA

III.A. VEGETACIÓN DE LAS DUNAS COSTERAS

8. *Ammophiletea* Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff, Dijk & Passchier 1946

- 8a. *Ammophiletalia* Br.-Bl. 1933
 - 8.1. *Ammophilion australis* Br.-Bl. 1921 corr. Rivas-Martínez, Costa & Izco in Rivas-Martínez, Lousã, T.E. Díaz, Fernández-González & J.C. Costa 1990
 - 8.1a. *Ammophilenion australis*
 - 8.1.1. *Loto cretici-Ammophiletum australis* Rivas-Martínez 1965 corr. Rivas-Martínez, T.E. Díaz, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousã & A. Penas 2002
 - 8.1.2. *Otantho maritimi-Ammophiletum australis* Géhu & Tüxen 1975 corr. Rivas-Martínez, Lousã, T.E. Díaz, Fernández-González & J.C. Costa 1990
 - 8.2. *Agropyro-Minuartion peploidis* Tüxen in Br.-Bl. & Tüxen 1952
 - 8.2a. *Agropyro-Minuartienion peploidis*
 - 8.2.1. *Euphorbio paraliae-Agropyretum junceiformis* Tüxen in Br.-Bl. & Tüxen 1952 corr. Darimont, Duvigneaud & Lambinon 1962
 - 8b. *Crucianelletalia maritimae* Sissingh 1974
 - 8.3. *Helichryson picardii* (Rivas-Martínez, Costa & Izco in Rivas-Martínez, Lousã, T.E. Díaz, Fernández-González & J.C. Costa 1990) Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999
 - 8.3.1. *Artemisio crithmifoliae-Armerietum pungentis* Rivas-Goday & Rivas-Martínez 1958

9. *Cakiletea maritima* Tüxen & Preising ex Br.-Bl. & Tüxen 1952

9a. *Cakiletalia integrifoliae* Tüxen ex Oberdorfer 1949 corr. Rivas-Martínez, Costa & Loidi 1992

9.1. *Cakilion maritima* Pignatti 1953

9.1.1. *Salsolo kali-Cakiletum aegyptiacae* Costa & Mansanet 1981

IIIB. VEGETACIÓN HALÓFILA COSTERA Y CONTINENTAL

10. *Crithmo-Staticetea* Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952

10a. *Crithmo-Limonietalia* Molinier 1934

10.1. *Crithmo-Daucion halophili* Rivas-Martínez, Lousã, T.E. Díaz, Fernández-González & J.C. Costa 1990

10.1.1. Comunidad de *Plantago macrorhiza*

11. *Saginetea maritima* Westhoff, Van Leeuwen & Adriani 1962

11a. *Frankenietalia pulverulenta* Rivas-Martínez ex Castroviejo & Porta 1976

11.1. *Hordeion marini* Ladero, F. Navarro, C. Valle, Marcos, Ruiz & M.T. Santos 1984

11.1.1. *Hainardio cylindrica-Lophochloetum hispidae* Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

12. *Thero-Suaedetea* Rivas-Martínez 1972

12b. *Thero-Salicornietalia* Tüxen in Tüxen & Oberdorfer ex Géhu & Géhu-Franck 1984

12.1 *Salicornion patulae* Géhu & Géhu-Franck 1984

12.1.1. *Suaedo splendentis-Salicornietum patulae* Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980 corr. Rivas-Martínez 1991

IV. VEGETACIÓN CASMOFÍTICA, GLERÍCOLA Y EPIFÍTICA

IVA. VEGETACIÓN CASMOFÍTICA

13. *Adiantetea* Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952

13a. *Adiantetalia capilli-veneris* Br.-Bl. ex Horvatic 1934

13.1. *Adiantion capilli-veneris* Br.-Bl. ex Horvatic 1934

13.1.1. Comunidad de *Adiantum capillus-veneris*.

14. *Parietarietea* Rivas-Martínez in Rivas-Goday 1964

14a. *Parietarietalia* Rivas-Martínez in Rivas-Goday 1964

14.1. *Cymbalarion-Asplenion* Segal 1969

14.1.1. *Umbilicetum rupestri-gaditani* Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

V. VEGETACIÓN ANTROPÓGENA, DE LINDERO DE BOSQUE Y MEGAFÓRBICA

V.A. VEGETACIÓN ANTROPÓGENA

15. *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer, Preising & Tüxen ex von Rochow 1951

15A. *Onopordenea acanthii* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousã & A. Penas 2002

15a. *Carthametalia lanati* Brullo in Brullo & Marcenò 1985

15.1. *Silybo-Urticion* Sissingh ex Br.-Bl. & O. Bolòs 1958

15.1.1. *Scolymo maculati-Silybetum mariani* Rivas-Martínez in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

16. *Polygono-Poetea annuae* Rivas-Martínez 1975

16a. *Polygono arenastri-Poetalia annuae* Tüxen in Géhu, Richard & Tüxen 1972 corr. Rivas-Martínez, Báscones, T.E. Díaz, Fernández-González & Loidi 1991

16.1. *Sclerochloa durae-Coronopodium squamati* Rivas-Martínez 1975

16.1.1. *Poa annuae-Coronopodetum squamati* (Oberdorfer 1957) Gutte 1966

16.2. *Polycarpion tetraphylli* Rivas-Martínez 1975

16.2.1. *Crassulo tillaeae-Saginetum apetalae* Rivas-Martínez 1975

16.2.2. *Polycarpo tetraphylli-Cotuletum australis* Wildpret, Pérez de Paz, Del Arco & García Gallo 1988

16.2.3. *Solivetum stoloniferae* Rivas-Martínez 1975

16.3. *Euphorbion prostratae* Rivas-Martínez 1976

16.3.1. *Euphorbietum chamesyco-prostratae* Rivas-Martínez 1976

17. *Stellarietea mediae* Tüxen, Lohmeyer & Preising ex von Rochow 1951

17A. *Chenopodio-Stellarienea* Rivas-Goday 1956

17a. *Chenopodietalia muralis* Br.-Bl. in Br.-Bl., Gajewski, Wraber & Walas 1936 em. Rivas-Martínez 1977

17.1a. *Chenopodium muralis* Br.-Bl. in Br.-Bl., Gajewski, Wraber & Walas 1936

17.1.1. Comunidad de *Xanthium spinosum*

17.1b. *Malvenion parviflorae* Rivas-Martínez 1978

17.1.1 *Emici spinosae-Malvetum parviflorae* Rivas-Martínez in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

17b. *Thero-Brometalia* (Rivas-Goday & Rivas-Martínez ex Esteve 1973) O. Bolòs 1975

17.2. *Linario polygalifoliae-Vulpion alopecuroris* Br.-Bl., Rozeira & P. Silva in Br.-Bl., G. Br.-Bl., Rozeira & P. Silva 1972

17.2.1. *Chamaemelo mixti-Vulpietum alopecuroris* Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés in J.C. Costa, Lousã, Capelo, Espírito-Santo & Izco in J.C. Costa, Lousã, Capelo, Espírito-Santo, Izco & Arsenio 2000

17.2.2. *Linario viscosae-Carduetum meonanthi* Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

17.2.3. *Malcolmio littoreae-Vulpietum alopecuroris* Díez-Garretas, Hernández & Asensi 1975

17c. *Sisymbrietalia officinalis* J. Tüxen in Lohmeyer & al. 1962 em. Rivas-Martínez, Báscones, T.E. Díaz, Fernández-González & Loidi 1991

17.3. *Hordeion leporini* Br.-Bl. in Br.-Bl., Gajewski, Wraber & Walas 1936 corr. O. Bolòs 1962

17.3.1. *Anacyclo radiati-Hordeetum leporini* O. Bolòs & Rivas-Martínez in Rivas-Martínez 1978

V.B. VEGETACIÓN DE LINDE RO DE BOSQUE Y MEGAFÓRBICA

18. *Cardamino hirsutae-Geranietea purpurei* (Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999) Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi in Rivas-Martínez, T.E. Díaz, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousã & A. Penas 2002

18a. *Cardamino hirsutae-Geranietalia purpurei* Brullo in Brullo & Marcenó 1985

18.1. *Parietaron lusitanico-mauritanicae* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousã & A. Penas 2002

18.1.1. *Urtico dubiae-Anthriscetum caucalidis* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

18.1.2. *Geranio purpurei-Galietum minutuli* Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

VI. VEGETACIÓN PRATENSE Y PASCÍCOLA

VI.A. PASTIZALES TEROFÍTICOS

19. *Helianthemetea guttati* (Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952) Rivas-Goday & Rivas-Martínez 1963 em. Rivas-Martínez 1978

19a. *Malcolmietalia* Rivas-Goday 1958

19.1. *Hymenocarpo hamosi-Malcolmion lacerae* Rivas-Goday 1958 em. Rivas-Martínez 1978

19.1.1. *Linario donyanae-Loeflingietum baeticae* Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

19b. *Cutandietalia maritimae* Rivas-Martínez, Díez Garretas & Asensi ordo novus

19.2. *Linarion pedunculatae* Díez-Garretas, Asensi & Esteve in Díez-Garretas 1984

19.1.2. Comunidad de *Linaria munbyana* var. *pygmaea*

VI.B. PASTIZALES Y PRADOS VIVACES XEROFÍTICOS Y MESOFÍTICOS

20. *Stipo giganteae-Agrostietea castellanae* Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999

20a. *Agrostietalia castellanae* Rivas-Goday in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

20.1. *Agrostion castellanae* Rivas-Goday 1958 corr. Rivas-Goday & Rivas-Martínez 1963

20.1.1. *Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae* Allier & Bresset 1977

20.1.2. *Gaudinio fragilis-Agrostietum castellanae* Rivas-Martínez & Belmonte 1986

VI.C. VEGETACIÓN DE PRADERAS ANTROPIZADAS POR SIEGA Y PASTOREO

21. *Molinio-Arrhenatheretea* Tüxen 1937

21a. *Molinetalia caeruleae* Koch 1926

- 21.1. *Juncion acutiflori* Br.-Bl. in Br.-Bl. & Tüxen 1952
 - 21.1.1. *Juncetum rugoso-effusi* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980
- 21b. *Holoschoenetalia vulgaris* Br.-Bl. ex Tchou 1948
 - 21.2. *Molinio-Holoschoenion vulgaris* Br.-Bl. ex Tchou 1948
 - 21.2.1. *Hyperico elodis-Schoenetum nigricantis ass. nova*
 - 21.2.2. *Galio palustris-Juncetum maritimi* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980
 - 21.2.3. *Holoschoeno-Juncetum acuti* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980
 - 21.2.4. *Centaureo exaratae-Schoenetum nigricantis ass. nova*
- 21c. *Paspalo-Heleochloetalia* Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952
 - 21.3. *Paspalo-Polypogonion viridis* Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952
 - 21.3.1. Comunidades invadidas por *Paspalum vaginatum* y *Paspalum paspalodes*
- 21d. *Plantaginetalia majoris* Tüxen & Preising in Tüxen 1950
 - 21.4.1 Comunidad de *Agrostis stolonifera*
 - 21.5. *Trifolio fragiferi-Cynodontion* Br.-Bl. & O. Bolòs 1958
 - 21.5.1. *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

VII. VEGETACIÓN SERIAL SUBFRUTICOSA, FRUTICOSA Y ARBUSTIVA

VII.A. VEGETACIÓN SERIAL SUBFRUTICOSA

22. *Calluno-Ulicetea* Br.-Bl. & Tüxen ex Klika & Hadač 1944

- 22a. *Ulicetalia minoris* Quantin 1935
 - 22.1. *Ericion umbellatae* Br.-Bl., P. Silva, Rozeira & Fontes 1952
 - 22.1b. *Ericenion umbellatae* Rivas-Martínez 1979
 - 22.1.1. *Erico scopariae-Ulicetum australis* Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980
 - 22.2. *Genistion micrantho-anglicae* Rivas-Martínez 1979
 - 22.2.1. *Erico ciliaris-Ulicetum lusitanici* Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

23. *Cisto-Lavanduletea* Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940

- 23a. *Lavanduletalia stoechadis* Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940 em. Rivas-Martínez 1968
 - 23.1. *Ulici argentei-Cistion ladaniferi* Br.-Bl., P. Silva & Rozeira 1965
 - 623.1.1. Comunidad de *Cistus ladanifer*
- 23b. *Stauracantho genistoidis-Halimietalia commutati* Rivas-Martínez, Lousã, T.E. Díaz, Fernández-González & J.C. Costa 1990
 - 23.2. *Coremation albi* Rothmaler 1943
 - 23.2.1. *Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis* Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980
 - 23.2.2. *Stauracantho genistoidis-Corematetum albi* Br.-Bl., P. Silva & Rozeira 1965

VII.B. VEGETACIÓN SERIAL ARBUSTIVA Y DE MARGEN DE BOSQUE

24. *Cytisetea scopario-striati* Rivas-Martínez 1975

24a. *Cytisetalia scopario-striati* Rivas-Martínez 1975

24.1. *Retamion sphaerocarphae* Rivas-Martínez 1981

24.1.1. *Centaureo sphaerocephalae-Retametum monospermae* Tregubov 1963

25. *Rhamno-Prunetea* Rivas-Goday & Borja ex Tüxen 1962

25a. *Prunetalia spinosae* Tüxen 1952

25.1. *Pruno-Rubion ulmifolii* O. Bolòs 1954

25.1a. *Rosenion carioti-pouzinii* Arnaiz ex Loidi 1989

25.1.1. *Lonicero hispanicae-Rubetum ulmifolii* Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

VIII. VEGETACIÓN POTENCIAL FORESTAL, PREFORESTAL, SEMIDESÉRTICA Y DESÉRTICA: BOSQUES, ARBUSTEDAS, SEMIDESIERTOS Y DESIERTOS

VIII.A. ARBUSTEDAS Y BOSQUES PALUSTRES, QUIONÓFILOS O PRIMOCOLONIZADORES RIPARIOS

26. *Nerio-Tamaricetea* Br.-Bl. & O. Bolòs 1958

26a. *Tamaricetalia* Br.-Bl. & O. Bolòs 1958 em. Izco, Fernández-González & A. Molina 1984

26.1. *Tamaricion africanae* Br.-Bl. & O. Bolòs 1958

26.1.1. *Polygono equisetiformis-Tamaricetum africanae* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

26.2. *Imperato cylindricae-Erianthion ravennae* Br.-Bl. & O. Bolòs 1958

26.2.1. Comunidad de *Imperata cylindrica*

26.3. *Tamaricion boveano-canariensis* Izco, Fernández-González & A. Molina 1984

26.3.1. *Agrostio stoloniferae-Tamaricetum canariensis* Cirujano 1981

27. *Salici purpureae-Populetea nigrae* (Rivas-Martínez & Cantó ex Rivas-Martínez, Báscones, T.E. Díaz, Fernández-González & Loidi) Rivas-Martínez & Cantó ex Rivas-Martínez, T.E. Díaz, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousã & A. Penas 2002

27a. *Populetales albae* Br.-Bl. ex Tchou 1948

27.1. *Populion albae* Br.-Bl. ex Tchou 1948

27.1b. *Fraxino angustifoliae-Ulmenion minoris* Rivas-Martínez 1975

27.1.1. *Ficario ranunculoidis-Fraxinetum angustifoliae* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

27.2. *Osmundo-Alnion* (Br.-Bl., P. Silva & Rozeira 1956) Dierschke & Rivas-Martínez in Rivas-Martínez 1975

27.2.1. *Viti viniferae-Salicetum atrocinnerea* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

VIII.B. VEGETACIÓN CLIMATÓFILA Y EDAFÓFILA POTENCIAL MEDITERRÁNEA Y EUROSIBERIANA

28. *Quercetea ilicis* Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950

28a. *Quercetalia ilicis* Br.-Bl. ex Molinier 1934 em. Rivas-Martínez 1975

28.1. *Querco rotundifoliae-Oleion sylvestris* Barbéro, Quézel & Rivas-Martínez in Rivas-Martínez, Costa & Izco 1986

28.1.1. *Oleo sylvestris-Quercetum suberis* Rivas-Goday, Galiano & Rivas-Martínez ex Rivas-Martínez 1987

28b. *Pistacio lentisci-Rhamnietalia alaterni* Rivas-Martínez 1975

28.2. *Asparago albi-Rhamnion oleoidis* Rivas-Goday ex Rivas-Martínez 1975

28.2.1. *Asparago albi-Rhamnietum oleoidis* Rivas-Goday in Rivas-Goday, Borja, Esteve, Galiano, Rigual & Rivas-Martínez 1960

28.3. *Juniperion turbinatae* Rivas-Martínez 1975 corr. 1987

28.3.1. *Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae* Rivas-Martínez ex Rivas-Martínez, Lousã, T.E. Díaz, Fernández-González & J.C. Costa 1990

28.3.2. *Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae galietosum minutuli* subass. nova

28.3.3. *Rhamno oleoidis-Juniperetum macrocarpae* Rivas-Martínez 1965

28.3. *Ericion arboreae* (Rivas-Martínez ex Rivas-Martínez, Costa & Izco 1986) Rivas-Martínez 1987

28.3a. *Ericenion arboreae* Rivas-Martínez, Costa & Izco 1986

28.3.1. *Phillyreo angustifoliae-Arbutetum unedonis* Rivas-Goday & Galiano in Rivas-Goday, Borja, Esteve, Galiano, Rigual & Rivas-Martínez 1960

3.1.2. Descripción de las comunidades

En este capítulo se describen las comunidades vegetales presentes en la zona de estudio. La descripción se ha realizado a modo de fichas. En el apartado de fisionomía y estructura se ha utilizado la terminología de Rivas-Martínez (2007) para designar las diferentes formas vitales de las especies. En el apartado de distribución, en los casos que ha sido posible, se ha utilizado la terminología biogeográfica publicada por Rivas-Martínez (2007). En el correspondiente a la composición florística se han utilizado como medidas de diversidad la riqueza específica (S), como la media aritmética de la riqueza en especies de los inventarios que integran la comunidad, así como sus valores máximo y mínimo; y la entropía de Shannon-Wiener (H'), como el valor medio de la entropía de los inventarios integrantes de cada comunidad, así como su valor máximo y mínimo. Para la nomenclatura de las comunidades se ha seguido la obra "*Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level*" (Rivas-Martínez & al., 2001) y para la descripción de las clases y alianzas la obra "*Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001*" (Rivas-Martínez & al., 2002). Se sigue la misma clasificación ecológica en grandes grupos que en el esquema sintaxonómico.

I. VEGETACIÓN ACUÁTICA FLOTANTE, SUMERGIDA O ENRAIZADA

La separación de las comunidades flotantes sumergidas o enraizadas es harto complicada, ya que se entremezclan las especies pertenecientes a distintas comunidades. La metodología de muestreo, que se ha seguido a la hora de realizar los inventarios, ha sido anotar las especies presentes en la columna de agua, que se eligió como área de muestreo, luego en algunas ocasiones se han mezclado especies pertenecientes según su hábito o forma vital a diferentes categorías sintaxonómicas.

En la Tabla 9 se incluyen todas las comunidades pertenecientes a este tipo de vegetación. El análisis matemático llevado a cabo en este estudio no ha separado los inventarios a nivel de asociación, por lo que se ha tomado la decisión, para poder describir la vegetación estrictamente acuática del área de estudio, de reunir los inventarios en una misma tabla a modo de síntesis, y comentar por separado aquellos que pertenezcan claramente a una u otra comunidad.

I.A. VEGETACIÓN DE AGUAS DULCES

Los medios acuáticos del manto eólico de Doñana, son en su mayoría de aguas dulces temporales, desecándose por completo en la época de estiaje y volviéndose a inundar tras las lluvias otoñales. Esto provoca, que la vegetación acuática que requiere aguas permanentes sea escasa en el área de estudio. No obstante algunas de las lagunas peridunares presentan aguas permanentes, es en éstas donde se desarrollan comunidades más ricas en especies de la clase *Potametea*, como las presentes en la Laguna del Sopotón y Laguna Dulce, a las que pertenecen la mayoría de los inventarios realizados. Los charcones y zacallones donde se prolonga el periodo de inundación de manera artificial aumentan el hábitat disponible para estas comunidades en el territorio. Las comunidades de la clase *Lemnetea* se desarrollan en los charcones de aguas tranquilas que presentan un grado de eutrofización alto, siendo frecuentes en la vera y en algunos zacallones muy visitados por el ganado. Por último la clase *Charetea* es frecuente en zonas húmedas que presentan mayor fluctuación, dado que en general los carófitos, están adaptados a estas fluctuaciones, produciendo gran cantidad de esporas resistentes en los periodos de sequía.

1. *Charetea fragilis*

Comunidades de carófitos creciendo en charcas, lagos, y cursos de agua poco profundos.

Las comunidades pertenecientes a esta clase se incluyen como comunidades de interés comunitario bajo el epígrafe: *Aguas oligomesotróficas calcáreas con vegetación béntica de Chara spp.* (Real Decreto 1997/1995) código 3140 (Bartolomé & al., 2005).

1a. *Charetalia hispidae*

Comunidades de especies de *Chara* colonizando aguas dulces de básicas a salinas.

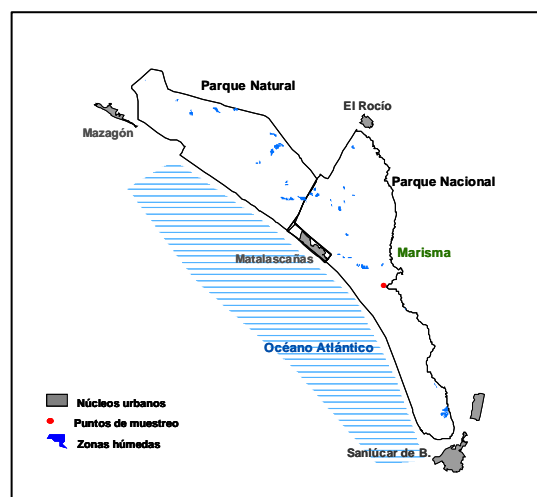
1.1. *Charion fragilis*

Comunidades establecidas en aguas mesotróficas calcícolas.

1.1.1. *Charetum asperae* Corillion 1957

Se ha registrado *Chara aspera* var. *aspera* tan sólo una localidad, en un charcón del Corral de la Majada Real (Tabla 9: inventario 23; Mapa 3), en la finca de Marismillas, formando un denso tapiz. Además, aparece como compañera, con menor abundancia, en un inventario que se ha adscrito a la asociación *Zannichellietum pedicellatae*.

Según Cirujano & Medina (2002) este carófito tiene preferencia por las aguas someras, estacionales o permanentes desde dulces hasta hipohalinas. No obstante, las dos localidades citadas poseen una gran influencia de las aguas salobres que bordean Marismillas en su límite con el estuario del Guadalquivir.

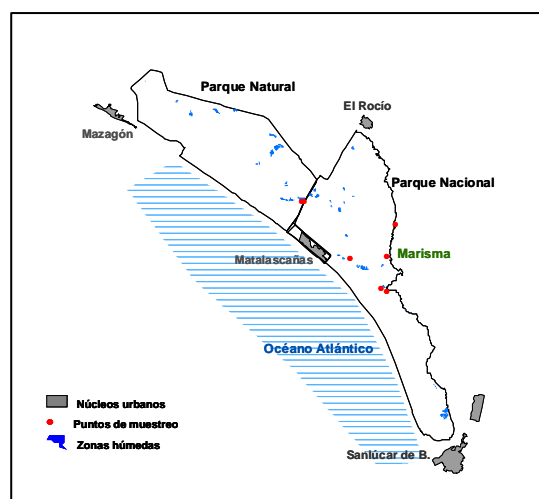


Mapa 3. Distribución de las comunidades muestreadas de *Charetum asperae*

1.1.2. *Charetum conniventis* Velayos, Carrasco & Cirujano 1989

En el territorio, la especie más frecuente de la alianza *Charion fragilis* es *Chara connivens*, que a veces se presenta formando masas densas, en las lagunas con un alto grado de eutrofización.

Se adscriben a esta comunidad los inventarios 3, 6, 8, 9, 10, 11, 16 y 28 de la Tabla 9, en base a la presencia de la especie directriz, *Chara connivens*, o de *Chara fragifera*, especie con la que convive en los inventarios 10 y 11, lo que justifica la inclusión en esta asociación del inventario 9, aún careciendo de la presencia de *Chara connivens*.



Mapa 4. Distribución de las comunidades muestreadas de *Charetum conniventis*

Salvo en el inventario realizado en la Laguna del Acebuche (Tabla 9: inventario 28), donde la comunidad la integra exclusivamente *Chara connivens*, con bajos valores de cobertura, en el resto de inventarios adscritos a *Charetum conniventis*, este carófito se presenta mezclado con otras especies acuáticas de diversa índole.

En algunas ocasiones, se encuentra conviviendo con comunidades de *Potametea*, como las de *Myriophyllo alterniflori-Callitrichetum brutiae* (Tabla 9: inventarios 3 y 6) o de *Potametum pectinati* (Tabla 9: inventario 8); y conviviendo con algunas especies de pleustófitos característicos de *Lemnetea*, como *Azolla filiculoides* y *Lemna gibba* (Tabla 9: inventario 16).

Esta comunidad, presenta un amplio rango ecológico en cuanto a las características de las zonas húmedas que coloniza. Según Cirujano & Medina (2002) *Chara connivens* puede encontrarse en aguas someras y estacionales, tanto dulces como salinas, en ambientes nitrificados, indicando que parece ser un carófito en expansión en los humedales de Castilla La Mancha. Velayos & al. (1989) lo consideran como el más heliófilo del género *Chara*, por lo que suele colonizar aguas de escasa profundidad que se desecan durante el verano.

En la zona de estudio se ha localizado en medios temporales de la vera (Palacio y Martinazo), en lagunas temporales cerca de la Laguna del Sopotón y la Laguna del Taraje, y en las orillas someras de la Laguna del Acebuche. Siendo todos ellos medios poco profundos, más o menos nitrificados y dulces o ligeramente salinos como la Laguna del Taraje (Mapa 4).

1.1.3. Charetum fragilis Corillion 1957

No se ha registrado la presencia de *Chara fragilis* durante el presente estudio, sin embargo, Fernández-Zamudio & al. (2006) citan a esta especie en dos zonas húmedas de Doñana, la Laguna de Montalbán del Parque Natural y el Navazo del la Higuera del Parque Nacional. Es posible que existiendo la especie, exista también la comunidad que lleva su nombre por lo que se incluye esta asociación en el catálogo sintaxonómico aunque no se aporten inventarios de la misma.

Velayos & al. (1989) definen a *Charetum fragilis* como una comunidad dominada por *Chara fragilis*, especie cosmopolita, frecuente tanto en aguas estancadas, embalses y charcas, como en medios de corriente acusada, ríos y arroyos. Según estos autores presenta gran tolerancia frente a las intensidades lumínicas y puede vivir en bordes, o en las zonas más profundas. Suele mezclarse con comunidades de cormófitos enraizados en los fondos o con formaciones helofíticas de *Eleocharis palustris* y *Schoenoplectus lacustris*.

1.2. Charion vulgaris

Comunidades pioneras efímeras.

1.2.1. Charetum vulgaris Corillion 1957

Puede encontrarse en diferentes hábitats acuáticos tanto en aguas corrientes, como estancadas, es pionera en la colonización de zonas húmedas siempre que la salinidad del agua no sea muy elevada (Cirujano & Medina, 2002).

Se adscribe a esta comunidad el inventario 24 de la Tabla 9, realizado en un charcón de Marismillas. Dicho inventario está dominado por la presencia de *Chara vulgaris* var.

contraria que, según Cirujano & Medina (2002), presenta la misma ecología que la variedad típica, encontrándose muchas veces las dos mezcladas.

Además, esta comunidad se ha registrado asociada a las comunidades de *Bolboschoenetum maritimi* (Tabla 18), en este caso dominada por *Chara vulgaris* var. *vulgaris*, inventariadas en las zonas de marisma no salobre de Doñana (El Puntal, Martinazo, las Gangas y la Algaida).

En el Mapa 5 se muestran las localidades donde se ha detectado la presencia de *Charetum vulgaris*, incluyendo los inventarios asociados a las comunidades de *Bolboschoenetum maritimi*. Como puede observarse, esta comunidad es muy frecuente en la vera, donde la inundación es temporal y la lámina de agua poco profunda.

No se consideran aguas salobres, sin embargo dependiendo de la época del año y las lluvias, las aguas pueden presentar fluctuaciones en la concentración de sales, luego las especies adaptadas a este medio, son capaces de tolerar ligeros cambios en la salinidad de las aguas.

Salazar & Valle (2005) indican que, al poseer *Chara vulgaris* una distribución casi cosmopolita, la comunidad puede encontrarse en todas las unidades corológicas de Andalucía. Según estos autores, en un nivel inmediatamente superior, es frecuente el desarrollo de comunidades de cormofitos hidrofíticos como las comunidades de *Ranunculus trycophyllus* o de pleustófitos como *Lemnetum gibbae*.

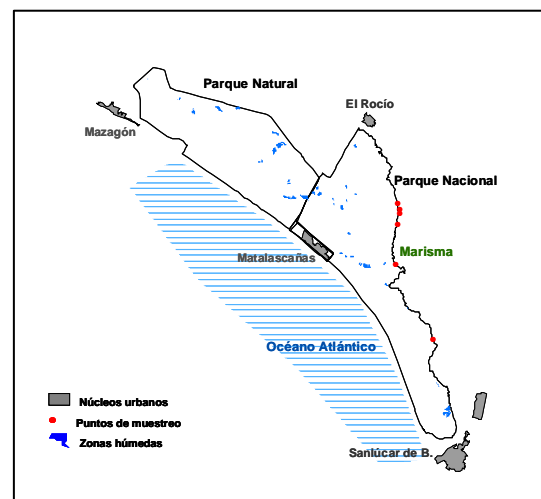
1b. *Nitelletalia flexilis*

Comunidades de aguas ácidas o neutras.

1.3. *Nitellion flexilis*

Comunidades atlánticas o subatlánticas de aguas ácidas.

En el presente estudio se ha determinado la presencia en el área de estudio de dos especies características de esta clase: *Nitella translucens* y *N. flexilis*. Rivas-Martínez & al. (2001) incluyen tres comunidades de esta alianza en el catálogo sintaxonómico de España y Portugal: *Nitelletum confervaceae* Corillion 1957, *Nitelletum flexilis* Corillion 1957 y *Nitelletum opacae* Corillion 1957. Sin embargo, en diversos estudios locales se cita la presencia de otras comunidades como *Magnonitelletum translucens* Corillion 1957 (v.g. Cirujano & Santiago-Ibarlucena, 2000). La escasa representación con la que aparecen estas especies en la zona de estudio, y la falta de datos y conocimientos acerca de la ecología de las comunidades descritas, no permiten obtener conclusiones definitivas sobre la presencia o no de estas asociaciones en el área. No obstante, de forma provisional, se han incluido en



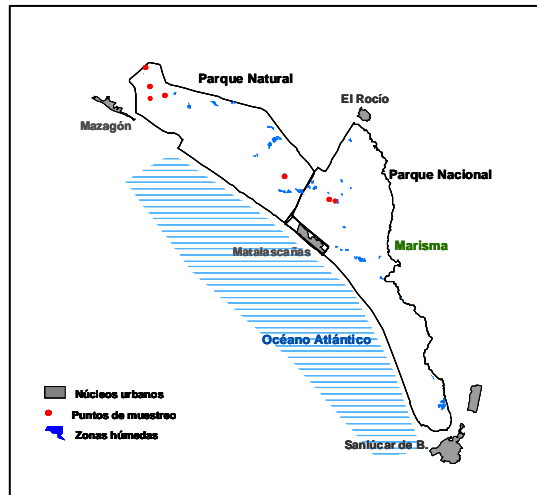
Mapa 5. Distribución de las comunidades muestreadas de *Charetum vulgaris*.

el catálogo dos asociaciones que deberán ser estudiadas con mayor profundidad en el futuro.

1.3.1. *Magnonitellum translucens* Corillion 1957

Se trata de una comunidad de aguas neutras soleadas en las que aparece con abundancia *Nitella translucens*, especie que según Cirujano & Medina (2002) es un taxón que habita en enclaves de aguas dulces y someras.

En el presente estudio la presencia de *Nitella translucens*, ha sido detectada en numerosas zonas húmedas de agua dulce y carácter temporal, ligada a varias comunidades de helófitos, incluyéndose como especie integrante del cortejo florístico de las mismas. En la Tabla 9 no aparece en ningún inventario, sin embargo, se presenta en el cortejo florístico de varias comunidades ligadas a medios acuáticos como *Eryngio corniculati-Preslietum cervinae*, *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris*, *Scirpo fluitantis-Juncetum heterophylli*, *Junco pygmaei-Isoetetum velati*, *Junco emmanuelis-Eleocharitetum multicaulis*, *Hyperico elodis-Potametum oblongi* y *Schoenoplectetum corymbosi*. En esta última comunidad es donde su frecuencia de aparición es mayor respecto al resto.



Mapa 6. Distribución de las comunidades *Magnonitellum translucens*

En el Mapa 6 se sitúan las distintas zonas húmedas donde se ha registrado la presencia de *Nitella translucens*. Se trata de humedales temporales, poco eutrofizados y de aguas oligotrofas, donde este carófito se desarrolla sumergido, formando en algunas ocasiones densos tapices.

Es un taxón mejor representado en las lagunas del Parque Natural (Laguna Chica, de los Cinco Pinos, de las Cabras, de Moguer, Redonda y Las Lagunillas), pero también se ha registrado en dos del Parque Nacional: la Laguna de la Mata de los Domínguez y la Laguna de la Mogeia, y en una charcón de la Reserva Biológica cercano al Pinar del Raposo.

1.3.2. *Nitellum flexilis* Corillion 1957

Nitella flexilis se ha registrado en tan sólo el inventario 3 (Tabla 9), realizado en un charcón temporal de la Reserva Biológica, conviviendo con comunidades de *Myriophyllo alterniflori-Callitrichetum brutiae*. No es un inventario donde domine la especie que le da nombre a la comunidad, pero, como ya se ha indicado, se incluye en el catálogo sintaxonómico como una posible comunidad presente en el territorio.

2. Lemnetea

Vegetación vascular dulceacuícola, que vive suspendida en el agua. Formada por pleustófitos, es decir, por vegetales cormofíticos y briofíticos macroscópicos no enraizados.

Los hábitats donde se desarrollan este tipo de comunidades se consideran de interés comunitario y se engloban bajo el epígrafe: *Lagos eutróficos naturales con vegetación Magnopotamion o Hydrocharition* (Real Decreto 1997/1995) código 3150 (Bartolomé & al., 2005).

2a. Lemnetalia minoris

Comunidades flotantes de briófitos y cormófitos.

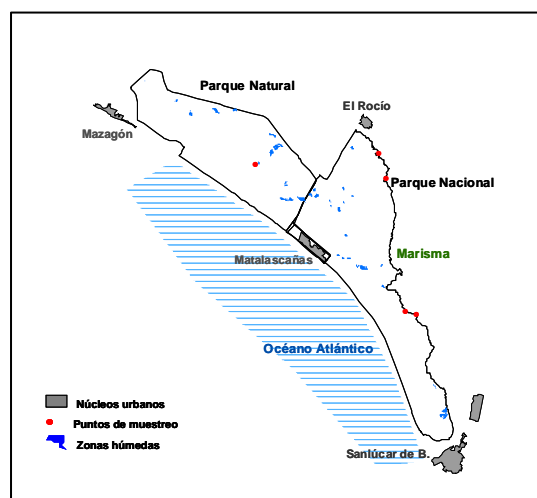
2.1. Lemnion minoris

Comunidades de acropleustófitos de pequeña a mediana talla, de aguas eutróficas o nitrificadas.

2.1.2. Lemnetum gibbae Miyawaki & J. Tüxen 1960

En el área de estudio se ha registrado la presencia de *Lemna gibba* en diversas localidades, sobre todo en charcones del borde de la marisma y en lagunas interiores muy visitadas por el ganado, ambos lugares con alto contenido en sustancias nitrogenadas (Mapa 7). Lo cual coincide con lo expresado por Rivas-Martínez & al. (1980) quienes caracterizan la asociación como comunidades que se desarrollan sobre aguas permanentes, remansadas y eutróficas, a veces ligeramente salobres.

En dos de los inventarios realizados (Tabla 9: inventarios 29 y 34) se encuentra acompañada por otro pleustófito protegido, *Wolffia arrhiza*, escaso en el territorio.



Mapa 7. Distribución de las comunidades muestreadas de *Lemnetum gibbae*.

Lemna gibba se presenta, con valores de cobertura menores, en el cortejo florístico de otras comunidades de la clase *Lemnetea*, como *Ricciocarpetum natantis*, y de *Potametea* como *Myriophyllo alterniflori-Callitrichetum brutiae*.

Según Salazar & Valle (2005) las comunidades de *Lemnetum gibbae* contactan con formaciones hidrofíticas de ranúnculos y con comunidades helofíticas de berros y juncales, como podría ser el caso del inventario 31, que podría representar un inventario

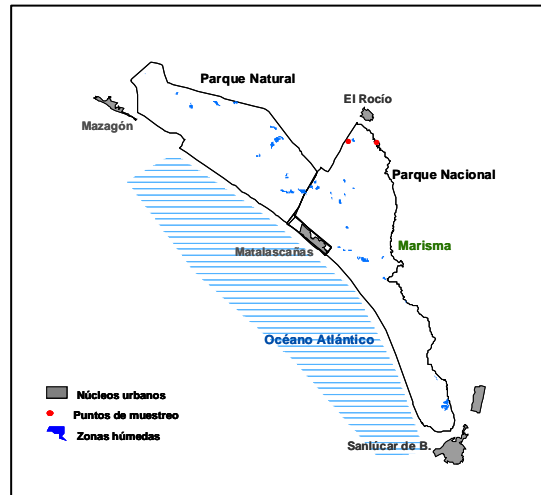
fragmentario de la asociación *Glycerio declinatae-Apietum nodiflori*, comunidades con las que contacta según estos autores.

Cuando se presenta acompañada por *Azolla filiculoides* esta comunidad pasa a denominarse *Lemno-Azolletum filiculoidis*, descrita más adelante.

2.1.2. Lemnetum minoris Oberdorfer ex Müller & Görs 1960

Comunidad caracterizada, por la presencia de *Lemna minor*, taxón que puede convivir con *Lemna gibba*, pero que no precisa tantas cantidades de nutrientes para poder desarrollarse, siendo más frecuente en arroyos y ríos.

Pertenece a esta comunidad el inventario 20 de la Tabla 9, realizado en la finca de los Mimbrales en la cabecera de los sotos. Además se ha registrado conviviendo con otras comunidades dominadas por grandes helófitos, como en el inventario 4 de la Tabla 17 perteneciente a *Typho angustifoliae-Phragmitetum australis*.



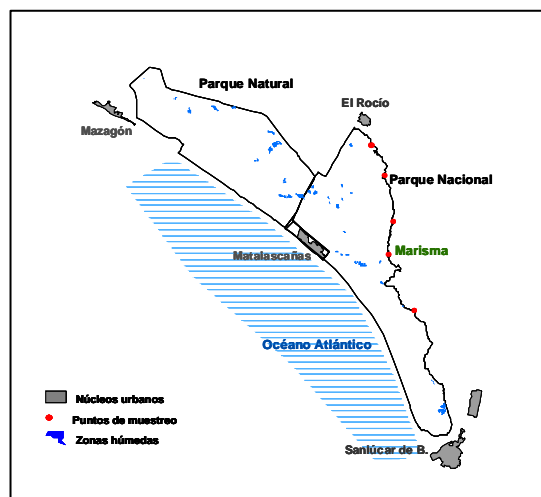
Mapa 8. Distribución de las comunidades muestreadas de *Lemnetum minoris*.

En el Mapa 8 se han incluido las dos localidades donde se registró la comunidad de *Lemnetum minoris*.

2.1.3. Lemno-Azolletum filiculoidis Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952

Esta comunidad, caracterizada por la presencia del helecho acuático *Azolla filiculoides*, se ha detectado en diversos puntos de la vera (Tabla 9: inventarios 14, 15, 16, 30 y 31), en charcones de aguas estancadas higroturbosas.

En muchas ocasiones *Azolla filiculoides* forma tapices en primavera, que cubren por completo la lámina de agua, donde convive con otros pleustófitos como *Lemna gibba*, carófitos como *Chara connivens* e hidrófitos como *Ranunculus peltatus* y *Callitriche* spp. En otras ocasiones se ha detectado esta comunidad conviviendo con helófitos de gran talla como el inventario 3 de la Tabla 17, perteneciente a la asociación *Typho angustifoliae-Phragmitetum australis*, también realizado en la vera, cerca de los sotos.



Mapa 9. Distribución de las comunidades muestreadas de *Lemno-Azolletum filiculoidis*.

Según Cobo, (2002), al ser una especie nitrófila, la presencia de *A. filiculoides* se ve favorecida por la eutrofización de las aguas, siendo su presencia en el territorio, un riesgo para el resto de los macrófitos autóctonos a los que puede llegar a desplazar. Además, como indican García-Murillo & al. (2007) esta especie presenta una gran capacidad para modificar el medio, disminuyendo el oxígeno disuelto en agua, cambiando la concentración de nutrientes, reduciendo la luminosidad, etc...lo que la convierte en una especie con un potencial invasor alto.

En el Mapa 9 se sitúan las distintas localidades donde se ha inventariado esta comunidad.

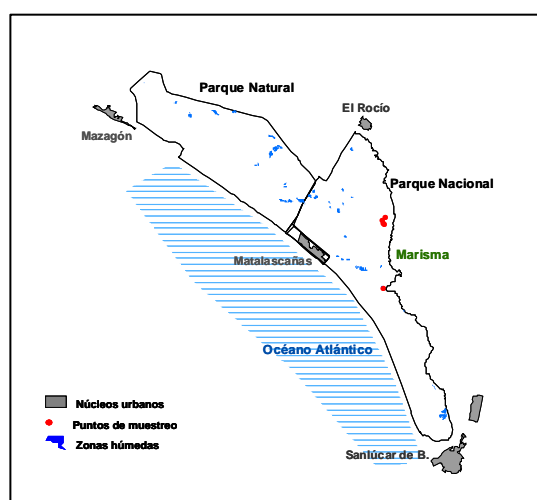
2.2. *Lemnion trisulcae*

Comunidades de aeropleustófitos y mesopleustófitos (plantas del pleuston cuyos órganos asimiladores están suspendidos entre el fondo y la superficie) de aguas pobres o distróficas.

2.2.1. *Ricciocarpetum natantis* Segal 1963 em. Tüxen 1974

Comunidad dominada por el briófito *Ricciocarpus natans*, que se desarrolla en las lagunas y remansos de carácter permanente de aguas distrofas u oligotrofas (Rivas-Martínez & al., 1980). Como especies acompañantes aparecen otros pleustófitos característicos de *Lemnetea*, como *Lemna gibba*.

Se ha detectado en tres localidades de la Reserva Biológica (Mapa 10, Tabla 9: inventarios 25, 32 y 33) y una del Parque Nacional (Mapa 10, Tabla 9: inventario 35). Tres de los inventarios corresponden a zacallones higroturbosos donde la lámina de agua se conserva durante más tiempo y el cuarto ha sido tomado de las orillas de la Laguna del Sopotón (Tabla 9: inventario 35), donde ya fue citada por Rivas-Martínez & al. (1980).



Mapa 10. Distribución de las comunidades muestreadas de *Ricciocarpetum natantis*.

Esta especie, como muchas otras acuáticas, presenta una dinámica de expansión y colonización de nuevos hábitats ligada, sobre todo, a la presencia de aves acuáticas. La excavación de zacallones o abrevaderos para los animales, para que el freático aflore a superficie, juega un papel crucial en la conservación de este tipo de comunidades, favoreciendo su expansión, mantenimiento de poblaciones, y conservación en el área de estudio.

De acuerdo con Rivas-Martínez & al. (1980) forma parte del complejo de comunidades oligotrofas del territorio, formado por *Potametum lucentis*, *Scirpo-Phragmitetum*, *Cladietum marisci*, *Viti-Salicetum atrocineræe*.

2.3. *Lemno minoris-Hydrocharition morsus-ranae*

Comunidades con presencia de hidrocáridos.

2.3.1. *Lemno minoris-Hydrocharitetum morsus-ranae* Passarge 1978

Comunidad que se caracteriza por la presencia de *Hydrocharis morsus-ranae*. Tan sólo se ha realizado un inventario (Tabla 9: inventario 19) que se podría adscribir a esta comunidad, en territorios cercanos a la Laguna del Hondón, donde crece la única población de *Hydrocharis morsus-ranae* de Doñana (García-Murillo & al., 2000 y 2003). Las dos especies características *Lemna minor* e *Hydrocharis morsus-ranae*, crecen junto con *Hydrocotyle vulgaris*, entre los huecos que dejan los grandes helófitos presentes en el humedal, como *Typha latifolia*, *Sparganium erectum* o *Apium nodiflorum*.

La distribución de *Hydrocharis morsus-ranae* abarca localidades de Europa y oeste de Asia, casi todas situadas entre los 45-55° de latitud norte, haciéndose más escasa a medida que se desciende hacia el sur, siendo una especie rara en la cuenca mediterránea, en cuya orilla sur aparece de forma esporádica (García-Murillo & al., 2000). La distribución actual de la especie, según García-Murillo & al. (2003), en la Península Ibérica consta de dos poblaciones, una en Lugo (Terra Cha) y otra en Huelva (Doñana). Dado el reducido tamaño de las poblaciones actuales, está considerada como especie en peligro crítico, tanto a nivel regional (Cabezudo & al., 2005), como a nivel nacional (Bañares & al., 2003).

Este patrón de distribución podría indicar que la presencia de *Hydrocharis morsus-ranae* en zonas tan meridionales, como la población de Doñana, puede deberse al transporte de los turiones o hibernáculos por parte de aves migradoras acuáticas. Doñana es un espacio, que acoge a numerosas aves invernantes provenientes del norte de Europa, que podrían ser las responsables del establecimiento de poblaciones tan alejadas del núcleo del área de la especie.

La supervivencia de esta especie en el área de estudio, depende de la existencia de lugares cuyas condiciones se asemejen a los humedales del norte y este de Europa. Los requerimientos ecológicos de este hidrocárido, según García-Murillo & al. (2003) son aguas permanentes, generalmente someras, con baja mineralización y con fondos turbosos o ricos en materia orgánica.

La Laguna del Hondón es un humedal situado en zonas de descarga directa del acuífero dunar, donde los aportes de agua son continuos durante todo el año. Las aguas son dulces, poco mineralizadas y con una concentración de nutrientes elevada, debido a una eutrofización natural derivada de la alta productividad vegetal, que genera una gran cantidad de materia orgánica (García-Murillo & al., 2000). Las características particulares de este humedal, han sido determinantes para que se mantenga la población de *Hydrocharis morsus-ranae*.

Además de la población actual de la Laguna del Hondón, *Hydrocharis morsus-ranae* fue citada por Cabezudo (1979) y Rivas-Martínez & al. (1980) en la Laguna del Sopotón, población desaparecida en la actualidad. García-Murillo & al. (2000) dan como posible causa de la desaparición de esta especie la presencia de cangrejo rojo americano

(*Procambarus clarkii*), apuntando la coincidencia del aumento de las poblaciones de cangrejo con la desaparición de muchos macrófitos en la citada Laguna del Sopotón.

Esta regresión en el área de estudio, ha ido acompañada de una regresión a nivel peninsular. Según García-Murillo & al. (2003), la distribución de la especie en la Península Ibérica abarcaba territorios del litoral portugués y del centro, nordeste y suroeste español (Ciudad Real, Soria, Girona y Sevilla). La alteración del régimen hidrológico, la eutrofización de las aguas y la intensificación de la agricultura, son algunas de las razones que proponen estos autores como causas de la regresión de la especie.

3. Potametea

Comunidades de macrófitos acuáticos.

Los hábitats donde se desarrollan este tipo de comunidades se consideran de interés comunitario y se engloban bajo el epígrafe: *Lagos eutróficos naturales con vegetación Magnopotamion o Hydrocharition* (Real Decreto 1997/1995) código 3150 (Bartolomé & al., 2005).

3a. Potametalia

Comunidades de hidrófitos enraizados.

3.1. Potamion

Eloideos de aguas frescas.

3.1.1. Myriophyllo alterniflori-Potametum trichoidis Cirujano, Pascual & Velayos 1989

Comunidad descrita por Velayos & al. (1989) en la lagunas del campo de Calatrava (Ciudad Real). La definen como una comunidad de aguas profundas y permanentes caracterizada por la presencia de *Potamogeton trichoides*, acompañado por *Myriophyllum alterniflorum*, que alcanza altos valores de cobertura.

El inventario 2 de la Tabla 9 se ha adscrito a esta asociación por su similitud, tanto en la composición florística como en la ecología, con la comunidad descrita por Velayos & al. (1989). El inventario se realizó en la Laguna Dulce, una de las pocas zonas húmedas de aguas permanentes que existe en la zona de estudio, en aguas abiertas cercanas a la orilla.

3.1.2 Potametum lucentis Hueck 1931

Comunidad de lagunas de aguas permanentes y profundas, limpias y oligotrofas (Cirujano & Medina, 2002). Rivas-Martínez & al. (1980) la consideran una asociación finícola en el territorio, típica de aguas mesotrofas profundas, que se ha adaptado bien a las aguas oligotrofas características de las zonas húmedas de Doñana.

Potamogeton lucens se ha detectado en el área de estudio en tres lagunas, una de ellas permanente, la Laguna del Sopotón, donde se conserva una buena población; y dos temporales, las Lagunas de Moguer y la Laguna de la Casilla (Tabla 9: inventarios 1, 12 y 13). En el Mapa 11 se muestran las localidades donde se ha registrado la comunidad.

Se encuentra formando masas densas acompañado por especies como *Myriophyllum alterniflorum*, *Ranunculus peltatus* y *Callitriche* ssp., características de *Potametea*.

Según Salazar & Valle (2005) estas comunidades contactan con formaciones de espadañal, berredas o pleustófitos, siendo una comunidad ajena a la dinámica serial.

3.1.3. *Potametum pectinati* Cartensen 1955

Comunidad que se caracteriza por la presencia del hidrófito *Potamogeton pectinatus*. Se ha detectado en Laguna del Sopotón, de aguas permanentes y profundas, acompañado de otros hidrófitos como *Myriophyllum alterniflorum*, *Zanichellia pedunculata* y algunas especies de carófitos, como *Chara fragifera* y *Chara connivens*. Esta especie se desarrolla en todo tipo de aguas, desde dulces hasta salobres, estacionales y permanentes, soportando altos niveles de carbonatos y de eutrofización (Cirujano & Medina, 2002), siendo la profundidad de las aguas y la escasa corriente los factores necesarios para su desarrollo (Salazar & Valle, 2005).

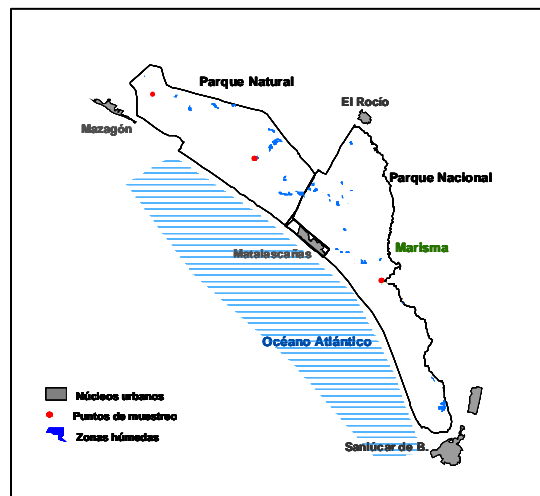
Los inventarios 8 y 27 de la Tabla 9 se adscriben a esta comunidad, dada la alta cobertura de *Potamogeton pectinatus* que presentan. Rivas-Martínez & al. (1980) encuentran esta especie en Doñana ligada a comunidades halófitas de *Ruppium drepanensis* en la marisma salada, sin embargo, ni el enclave ni las especies compañeras indican que la comunidad muestreada en este estudio pueda pertenecer a dicha asociación.

3.2. *Nymphaeion albae*

Comunidades de ninfeidos.

3.2.1. *Myriophyllo alterniflori-Potametum natantis* Rivas-Martínez, Fernández-González, Sánchez-Mata, Pizarro & Sardinero 2001

Descrita por Rivas-Martínez & al., (2001), como una comunidad acuática, creciendo en aguas con poca corriente o estancadas, moderadamente profundas y mesotrofas, asociadas a medios con grandes fluctuaciones, pero que raramente se llegan a desecar por completo. Es conocida en los ríos del norte peninsular y en el Sistema Central, aunque

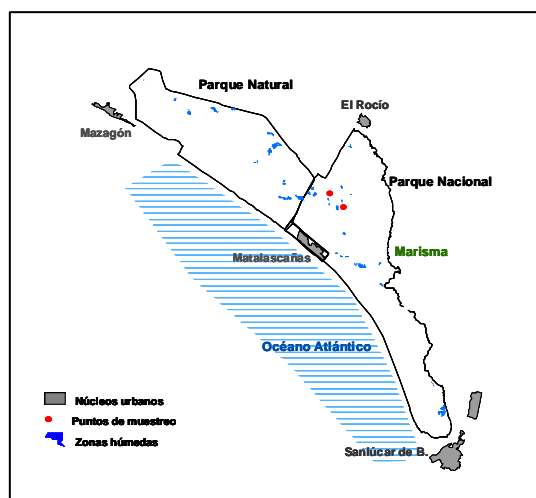


Mapa 11. Distribución de las comunidades muestreadas de *Potametum lucentis*.

probablemente, según indican estos autores, tenga una distribución mayor abarcando todo el oeste peninsular mediterráneo.

Bajo el nombre de esta asociación, se incluyen dos inventarios (Tabla 9: inventarios 17 y 18) realizados en dos zacallones higroturbosos del Parque Nacional. En ambos forman masas densas dominadas por *Potamogeton natans* donde *Myriophyllum alterniflorum* se entremezcla pero con bajos valores de cobertura.

Potamogeton natans no es un taxón frecuente en el territorio, fue citado por Galiano & Cabezudo (1976) en el Martinazo y en el Navazo del Toro pero, Castroviejo & al. (1980) cuestionan esta cita, sospechando que se trate de *P. polygonifolius*. Rivas-Martínez & al. (1980) no la citan como presente en Doñana, sin embargo López-Albacete & al. (2007a) apuntan la presencia de la especie en dos puntos del Parque Nacional precisamente donde se cita la comunidad (Mapa 12).



Mapa 12. Distribución de las comunidades muestreadas de *Myriophyllum alterniflori-Potamogeton natantis*.

Probablemente sus poblaciones estén sometidas a una dinámica poblacional inestable, apareciendo y desapareciendo, dada la alta temporalidad que caracteriza el régimen hídrico de la mayoría de los humedales de la zona de estudio. Como muchos macrófitos, esta especie depende de ser transportada para la colonización de nuevos humedales, su expansión y en definitiva el mantenimiento de sus poblaciones.

3.3. *Ranunculion aquatilis*

Comunidades de batráquidos de aguas quietas.

3.3.1. *Callitricho platycarpae-Elatinetum alsinastrum* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

En Doñana Rivas-Martínez & al. (1980) describen esta asociación, como frecuente en la marisma de agua dulce. Las especies que la caracterizan son: *Elatine alsinastrum* y *Callitriche platycarpa*. Estos autores citan la comunidad en varias localidades de la vera como el caño de las Gangas, caño de Martinazo y caño de la Fuente del Duque.

En los inventarios realizados durante el presente estudio, en dichos caños, no se ha detectado la presencia de la comunidad. *Elatine alsinastrum* es una especie que parece haber sufrido una regresión en la zona de estudio, ya que es muy infrecuente, habiéndose registrado tan sólo en dos ocasiones y con escasa cobertura. En las dos localidades, un zacallón en la zona de la Mogeja y en el Puntal, no aparece acompañada por *Callitriche stagnalis*. La eutrofización del medio, puede haber contribuido a la desaparición de las comunidades de *Callitricho platycarpae-Elatinetum alsinastrum* y haber favorecido las de *Callitricho stagnalis-Ranunculetum saniculifolii* mejor adaptadas a estos medios.

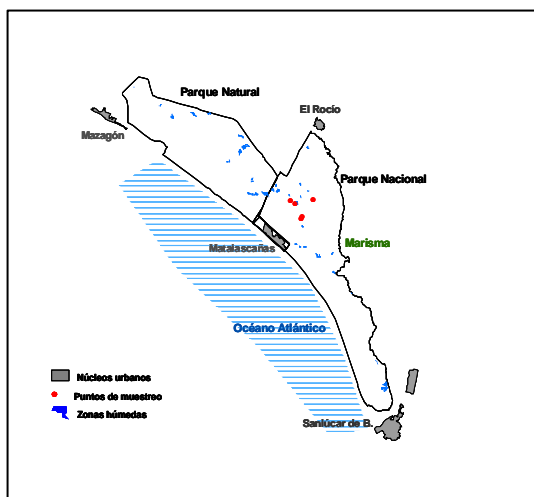
3.3.2. *Callitricho stagnalis-Ranunculetum saniculifolii* Galán in A.V. Pérez, Galán, P. Navas, D. Navas, Y. Gil & Cabezudo 1999

Galán describe esta asociación como comunidades que crecen en cubetas poco profundas, arroyos o pequeños regatos que se desecan rápidamente a principios de verano (Pérez-Latorre & al., 1999b). Se desarrollan en aguas ligeramente ácidas, con un cierto grado de eutrofia. En muchos de los inventarios que aporta este autor aparece como única especie *Callitriche stagnalis*.

El inventario 26 de la Tabla 9 se adscribe a esta asociación ya que presenta las dos especies características, *Callitriche stagnalis* y *Ranunculus peltatus* subsp. *saniculifolius*. Se realizó en las orillas de la Laguna Dulce, donde los charcones más cercanos a la orilla presentan un alto grado de eutrofización, debido a la alta presencia de ganado y fauna silvestre que se acerca a beber.

3.3.3. *Callitricho brutiae-Ranunculetum peltati* Pizarro & Rivas-Martínez in Rivas-Martínez, T.E. Díaz, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousã & A. Penas 2002

Comunidad caracterizada por la presencia de *Callitriche brutia* y *Ranunculus peltatus*. Según Rivas-Martínez & al. (2002), se desarrolla en aguas oligotrofas neutroacidófilas, distribuidas sobre suelos silíceos en zonas templadas y mediterráneas de la Península Ibérica. Se consideran geovicariante de la asociación centroeuropea *Ranunculetum peltati* Sauer 1947. La distribución del sintaxón abarca las unidades corológicas Luso-Extremadurese, Tingitano-Onubo-Algarviense, Bética y Carpetano-Leonesa (Pérez-Latorre & al., 2005).



Mapa 13. Distribución de las comunidades muestreadas de *Callitricho brutiae-Ranunculetum peltati*.

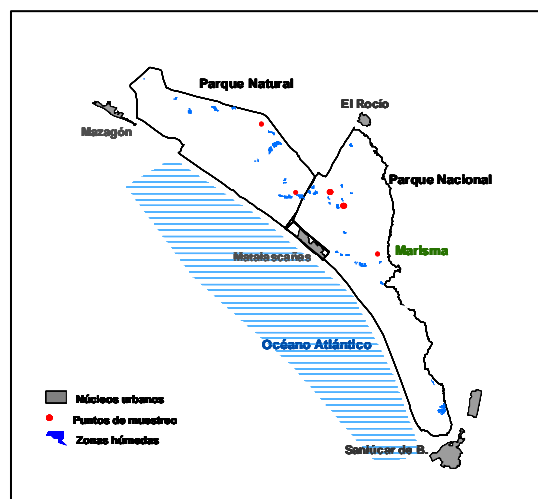
En Doñana ha sido citada por De las Heras (2007), como presente en charcones de rápida desecación. Los inventarios 36, 37, 38, 39 y 40 de la Tabla 9 se han adscrito a esta asociación por la alta cobertura de *Callitriche brutia* acompañada por *Ranunculus peltatus*. La comunidad se desarrolla, sobre zonas húmedas temporales, en las que ocupa la parte más profunda del vaso, alcanzando su óptimo desarrollo, cuando el vaso está desecado, pero aún conserva una alta humedad edáfica. El grado de eutrofización de las lagunas donde se ha registrado la comunidad es alto.

En el Mapa 13 se incluyen las localidades donde se ha registrado esta comunidad, todas ellas pertenecientes a pequeños vasos lagunares de la Reserva Biológica.

3.3.4. *Myriophyllo alterniflori-Callitrichetum brutiae* Cirujano, Pascual & Velayos 1986

Los inventarios 3, 4, 5, 6 y 7 de la Tabla 9 se han adscrito a esta comunidad, por la alta cobertura de *Myriophyllum alterniflorum* que presentan. Velayos & al. (1989) la describen como una comunidad constituida por pequeños miriofílidos y batráchidos que viven en aguas finas y someras que se desecan en verano.

En el área de estudio se ha registrado en lagunas temporales, donde *Myriophyllum alterniflorum* forma masas densas, acompañado por otros hidrófitos pertenecientes a los géneros *Ranunculus*, *Callitriche* y *Lemna* y, a veces, también con algunos carófitos como *Chara connivens*. Esta comunidad es frecuente en aguas poco profundas, oligotrofas y temporales, habiéndose registrado en muchas de las lagunas del área de estudio. En el Mapa 14 se muestran los inventarios realizados.



Mapa 14. Distribución de las comunidades muestreadas de *Myriophyllo alterniflori-Callitrichetum brutiae*.

A pesar de que Rivas- Martínez & al. (2002) consideren a *Myriophyllum alterniflorum* una especie característica de la clase *Isoeto-Littorelletea*, en el presente estudio se considera característica de la clase *Potametea*. Su hábito de vida y su ecología, se encuentran en consonancia con el resto de especies de esta clase, siendo un macrófito enraizado, cuyos órganos asimiladores se encuentran flotando en superficie. Sí es cierto que en ocasiones puede sobrevivir cuando la lámina de agua ha desaparecido, pero esta característica también se ha observado por ejemplo en *Potamogeton lucens*.

3.4. *Zannichellion pedicellatae*

Comunidades de elodeidos de aguas salobres.

3.4.1. *Zannichellietum pedicellatae* Nordhagen 1954

El inventario 22 de la Tabla 9 realizado en un charcón en Marismillas, se adscribe a esta asociación, dada la dominancia de la especie característica de la comunidad, *Zannichellia pedunculata* (= *Zanichellia pedicellata*).

Este taxón, según Cirujano & Medina (2002) es frecuente en lagunas, charcas, ríos y arroyos de aguas desde dulces a ligeramente salinas. En el área de estudio no es un taxón muy frecuente, habiéndose registrado su presencia en tres inventarios más, como compañera en comunidades de *Potametum lucentis* y *Potametum pectinati* en la Laguna del Sopotón y en una charca temporal cercana al Palacio de Doñana en la Reserva Biológica.

3b. *Utricularietalia*

Comunidades de hidrófitos no enraizados, en aguas ricas en nutrientes.

3.5. *Utricularion*

Comunidades ricas en utriculáridos flotantes.

3.5.1. *Utricularietum exoleta-australis* Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Comunidad descrita en Doñana en charcas, bordes de lagunas y turberas de aguas pobres, tranquilas y en general poco profundas, que en alguna ocasión pueden llegar a desecarse. Se caracteriza por la presencia de *Utricularia exoleta* y *Utricularia australis*.

Esta comunidad, que Rivas-Martínez & al. (1980) citan en la Fuente del Duque, en el caño de la Raya y en el arroyo de la Rocina, se considera hoy extinta en el área de estudio. En la descripción de la comunidad ya apuntaban estos autores a la fragilidad de este tipo de vegetación en trance de desaparición, debido a la presión antropógena, por desecación de humedales y eutrofización, causas muy probables de la desaparición en Doñana. Cabezudo & al. (2005) consideran a *Utricularia australis* extinta en Andalucía y a *U. gibba* (= *U. exoleta*) en peligro crítico.

II. VEGETACIÓN DULCIACUÍCOLA FONTINAL, ANFIBIA Y TURFÓFILA

II.A. VEGETACIÓN PRIMOCOLONIZADORA EFÍMERA

4. *Isoeto-Nanojuncetea*

Comunidades de pioneros anuales y pequeños isoétidos efímeros creciendo en suelos temporalmente inundados.

4a. *Isoetetalia*

Comunidades de floración primaveral y de principios de verano con isoétidos.

Se han reconocido cinco asociaciones dentro de este orden, pertenecientes a tres alianzas. Los inventarios de tres de estas asociaciones se van a presentar conjuntamente en una misma tabla (Tabla 10), en base al elevado número de taxones comunes que comparten, lo que permite observar tanto los inventarios que pueden claramente adscribirse a cada una de las comunidades como aquellos que presentan características florísticas intermedias. En función de la presencia de *Isoetes velatum* y de *Baldellia ranunculoides* el análisis ha separado estas tres comunidades en un único grupo (Grupo 1), habiéndose añadido posteriormente dos inventarios del Grupo 23.2, los cuales habían sido separado posiblemente debido a la ausencia de las especies mencionadas.

4.1. *Isoetion*

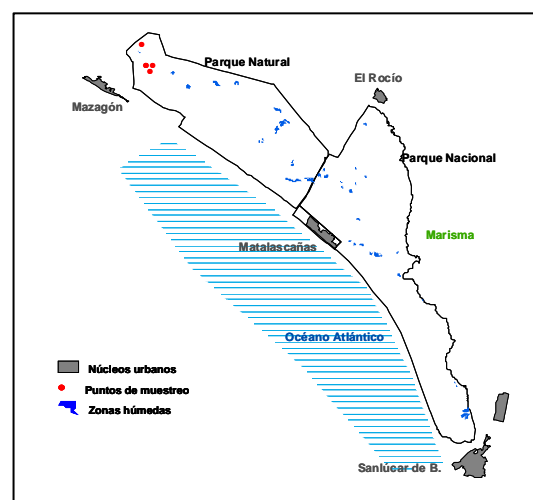
Comunidades de pequeñas pioneras anuales e isoétidos de distribución Mediterránea.

4.1.1. *Peplido hispidulae-Isoetetum delilei* Br.-Bl. 1936 corr. Barkman, Moravec & Rauschert 1986.

Fisionomía y estructura: Comunidad anfibia de hemcriptófitos y geófitos, dominada generalmente por isoétidos, con una cobertura del 100%.

Distribución mundial: Braun-Blanquet (1935) la describe en Montpellier (Francia). Molina (2005) sitúa la distribución de la comunidad en la Península Ibérica en varias localidades de Extremadura.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 15): Se ha encontrado en lagunas oligotrofas temporales situadas todas ellas en el extremo occidental del área de estudio, en el



Mapa 15. Comunidades muestreadas de *Peplido hispidulae-Isoetetum delilei*.

límite del Parque Natural (Lagunas del Caballo, de las Cabras, de las Tinajas y Redonda). Braun-Blanquet (1935) la cita en depresiones húmedas naturales y en canteras antiguas abandonadas, siempre de aguas poco profundas. Según Molina (2005) esta comunidad se presenta en zonas donde el periodo de inundación es prolongado, siendo capaces de resistir una ligera eutrofización de las aguas.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=8,1$ (max=15 y min=6) y su diversidad media es de $H'=3,04$ (max=3,7 y min=2,5) (Tabla 10). Se ha reconocido esta comunidad en base a la abundancia con la que aparece *Isoetes setaceum* (= *I. dililei*), apareciendo *Lythrum borystenicum* (= *Peplis hispidula*) en tan sólo dos inventarios de los cuatro considerados como pertenecientes a esta comunidad, siendo su presencia más constante en las comunidades dominadas por *Isoetes velatum*. Son taxones muy frecuentes: *Eryngium corniculatum*, *Isoetes velatum*, *Baldellia ranunculoides* y *Pulicaria paludosa*. El cortejo florístico lo forman especies pertenecientes a la clase *Isoeto-Littorelletea*, como *Juncus emmanuelis* y *Eleocharis multicaulis*, comunidades con las que contacta cuando el periodo de inundación es menos prolongado, así como otros elementos de *Isoeto-Nanojuncetea* característicos de zonas con menor inundación como *Cicendia filiformis*, *Mentha pulegium* y *Myosotis debilis*.

Braun-Blanquet (1935) además de las dos especies que le dan nombre considera características de la asociación a *Myosotis sicula*, *Cicendia pusilla*, *Pilularia minuta*, *Ranunculus lateriflorus* DC. y *Marsilea pubescens* auct. , non Ten. En la tabla de inventarios que aporta este autor, se presenta de manera dominante *Isoetes setaceum*, junto con *Juncus pygmaeus* y *Polypogon maritimum*. A diferencia de los inventarios realizados en la zona de estudio, los aportados por Braun-Blanquet (1935) no presentan elementos como *Isoetes velatum*, *Eryngium corniculatum* y *Baldellia ranunculoides*, indicativos también de un periodo de inundación prolongado.

Molina (2005) describe a la comunidad de *Peplido hispidulae-Isoetetum delilei*, como caracterizada por las especies *Isoetes setaceum* y *Pulicaria paludosa* y la existencia de elementos Atlánticos-Mediterráneos como *Myosotis sicula*, *Sisymbrella aspera* (L.) Spach y *Antinoria agrostidea* DC. Parl., ausentes en los inventarios realizados en la zona de estudio.

Hay que tener en cuenta, como indica Braun-Blanquet (1935), que estas comunidades alcanzan su máxima diversidad a finales de la primavera, luego la fecha de muestreo puede influir en detectar una mayor o menor riqueza, y en los valores de cobertura asignados a las especies como *Pulicaria paludosa* y *Carum verticillatum* de desarrollo más tardío.

Sintaxonomía: Asociación descrita por Braun-Blanquet (1935) como *Isoetetum setaceum* o como la asociación de *Isoetes setaceum* y *Peplis hispidula*, incluyéndola en la alianza *Isoetion*.

Esta comunidad es una novedad a incluir en el catálogo sintaxonómico de la vegetación de Doñana.

Situación en el paisaje: Los estudios de las comunidades de isoétidos en la zona son escasos, de hecho Molina (2005) no incluye las comunidades presentes en Doñana en su

estudio a nivel peninsular de este tipo de vegetación. Esto unido a las variaciones interanuales que sufren estas comunidades por su dependencia de las precipitaciones, hace que la interpretación de las mismas en el territorio sea difícil, y muy dependiente del año en que se hayan realizado los muestreos.

En el territorio de estudio, se han registrado en contacto con comunidades de *Junco emmanuelis-Eleocharitetum multicaulis*, hacia la zona donde la inundación es menos prolongada y de *Schoenoplectetum corymbosi* o *Typho angustifoliae-Phragmitetum australis*, cuando la inundación es más prolongada. Presenta un comportamiento parecido a la asociación *Junco pygmaei-Isoetetum velati*, resultando difícil la diferenciación ecológica de ambas, siendo la cobertura del isoétido dominante, la mejor manera de distinguirlas. Según Braun-Blanquet (1935) la presencia dominante del geófito *Isoetes setaceum*, hace que la comunidad sea más estable antes las variaciones de humedad, que las pertenecientes a otras alianzas como *Cicendion*, dominadas por especies anuales.

La situación respecto a las comunidades de *Eryngio corniculati-Preslietum cervinae* es difícil de establecer, presentándose ambas en algunas de las lagunas temporales muestreadas y ser los límites entre una y otra muy difusos. Parecer ser que las comunidades dominadas por *Isoetes setaceum*, requieren un periodo de inundación un poco menos prolongado, pero se debería incidir en el estudio de la dinámica de estas comunidades, para poder realizar afirmaciones más certeras.

Grado de protección: Hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Estanques temporales mediterráneos* (Real Decreto 1997/1995) código 3170 (Bartolomé & al., 2005).

4.2. *Preslion cervinae*

Comunidades de terófitos y geófitos sometidos a largos periodos de inundación.

Bajo este orden se incluyen tres asociaciones presentes en al área de estudio.

Como se indicó anteriormente, en la Tabla 10 se incluyen los inventarios reconocidos en el área de estudio de las asociaciones *Eryngio corniculati-Preslietum cervinae* y *Junco pygmaei-Isoetetum velati*. Dado que el paso de una a otra, se produce por un gradiente en el periodo de inundación, son muy parecidas en cuanto a la composición florística y la ecología, de ahí que el análisis las haya reunido en un solo grupo. Se ha elegido un grupo de inventarios tipo de cada una de las dos comunidades y se han separado en la tabla del resto de los inventarios, que han sido considerados intermedios. Se han ordenado en la tabla por la cobertura decreciente de *Eryngium corniculatum* especie, que cuando desaparece, marca el paso de *Eryngio corniculati-Preslietum cervinae* a *Junco pygmaei-Isoetetum velati*.

4.2.1. *Eryngio corniculati-Preslietum cervinae* Rivas-Goday 1957

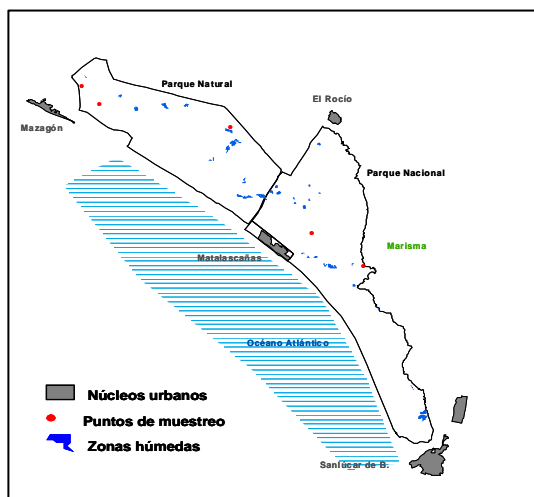
Fisionomía y estructura: Comunidad dominada por hemiscriptófitos y geófitos, creciendo en charcas temporalmente inundadas, adaptados a resistir periodos de inundación alternos con periodos de desecación. Se trata de una comunidad anfibia con una cobertura que

oscila entre el 80% y el 100%, se encuentra estratificada, presentándose las especies de mayor talla con las partes aéreas fuera del agua, y un tapiz normalmente de isoétidos bajo la lámina de agua.

Distribución mundial: Mediterránea-Ibero Atlántica.

Ecología y distribución en el área de estudio

(Mapa 16): Se ha localizado en lagunas de aguas dulces oligotrofas de inundación temporal, siendo una comunidad frecuente en el territorio, sobre todo en el Parque Natural (Lagunas del Vento, Quemada y de los Cinco Pinos). En el Parque Nacional se ha localizado en la Laguna de las Castañuelas y alrededores del Puntal resultando, como ya apuntan Rivas-Martínez & al. (1980) refiriéndose a esta comunidad como *Preslio-Eryngietum corniculati*, una asociación poco común, ligada a lugares inundados por aguas dulces profundas durante largos periodos. Estos autores la citan únicamente en la Laguna del Navazo del Toro.



Mapa 16. Comunidades muestreadas de *Eryngio corniculati-Preslietum cervinae*

Una permanencia menor de la lámina de agua, es el factor que establece la diferencia entre esta comunidad y *Junco pygmaei-Isoetetum velati*, en la que el periodo de inundación se prolonga durante más tiempo.

Pérez-Latorre & al. (2002) citan la comunidad en dos lagunas presentes en la cuenca del río Guadimar, indicando su escasez en el territorio.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=11$ (max=13 y min=9) y su diversidad media es de $H'=3,36$ (max=3,6 y min=3) (Tabla 10).

De acuerdo con Velayos & al. (1989) las especies características de esta comunidad son *Eryngium corniculatum* y *Mentha cervina*, siendo *Eleocharis palustris* constante en los inventarios de estos autores. Por su parte, Rivas-Martínez & al. (1980) dan como especies características a *Eryngium corniculatum*, *Isoetes velatum* y *Elatine macropoda*.

En el presente estudio, y en el contexto de las dos asociaciones relacionadas florísticamente con *Eryngio corniculati-Preslietum cervinae*, la especie que caracteriza esta comunidad es *Eryngium corniculatum*, destacando una menor frecuencia de *Baldellia ranunculoides* e *Isoetes velatum* que en las otras dos asociaciones.

Una de las especie directrices de la comunidad *Preslia cervina* (L.) Fresen, no se presenta en la zona de estudio. Este hecho ya lo constata el propio Rivas-Goday en su descripción de la alianza *Preslion cervinae* (Rivas-Goday & al., 1956) donde indica que en muchas comunidades esta especie es sustituida por *Mentha pulegium* como es el caso presente.

Aparecen algunos elementos florísticos característicos de otras comunidades más higrófilas como, *Juncus emmanuelis* y *Eleocharis multicaulis*, con las que contacta.

Sintaxonomía: Asociación descrita por Rivas-Goday (1957a) bajo el nombre de *Eryngietum corniculati-Preslietum*. Posteriormente este mismo autor en su revisión de las comunidades hispanas de la clase *Isoeto-Nanojuncetea* (Rivas-Goday, 1970) modifica las comunidades de la alianza *Preslion cervinae* y reúne algunas de las comunidades descritas con diferente nombre dominadas por *Eryngium corniculatum* en una sola. La asociación pasa a denominarse *Preslio-Eryngietum corniculati*.

En esta misma obra Rivas-Goday describe además de la subasociación tipo *preslietosum*, dos más: *glycerietosum spicatae* y *cicendietosum candollei*, cada una de ellas considerada por el autor sinónimas de las comunidades que unió a la hora de describir *Eryngietum corniculati-Preslietum*, es decir, *Glycerio-Antinorietum* subas. *Eryngio corniculato* y *Cicendia candollei* et *Juncus pygmaeus* subas. *cum Eryngio corniculato*, respectivamente.

Situación en el paisaje: Contacta con otras comunidades que requieren menor humedad como *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati* y *Junco emmanuelis-Eleocharitetum multicaulis*, o bien, cuando el periodo de inundación es mayor, con comunidades de *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris*. Con las comunidades de *Junco pygmaei-Isoetetum velati* y *Peplido hispidulae-Isoetetum delilei*, como se ha comentado con anterioridad, es difícil de establecer la secuencia según el gradiente de humedad, al no haber sido estudiada la dinámica de las comunidades de isoétidos con anterioridad, es probable que además de la duración del periodo de inundación, puedan estar actuando otros factores en la presencia o ausencia de las distintas especies del género *Isoetes*. Según lo observado en el presente trabajo, con datos pertenecientes tan sólo a un año de muestreo, parece ser que las comunidades dominadas por *Eryngium corniculatum* son las que mayor periodo de inundación requieren, seguidas por las dominadas por *Isoetes setaceum* y por último las dominadas por *Isoetes velatum*.

Grado de protección: Hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Estanques temporales mediterráneos* (Real Decreto 1997/1995) código 3170 (Bartolomé & al., 2005).

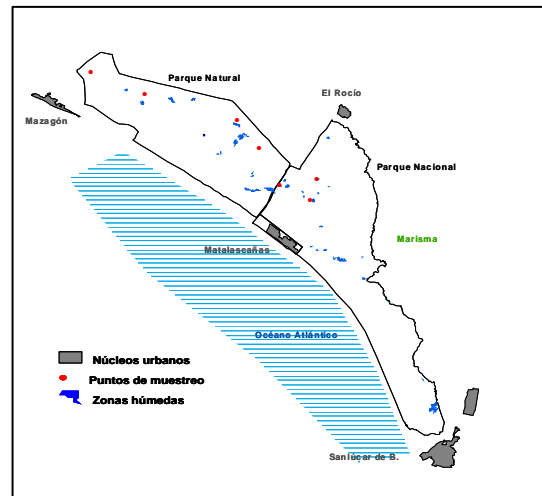
4.2.2. Junco pygmaei-Isoetetum velati Rivas-Goday 1956

Fisionomía y estructura: Comunidad dominada por terófitos y geófitos adaptados a resistir periodos de inundación prolongados. Forman herbazales densos de pequeño porte.

Distribución mundial: Mediterránea-Ibero Atlántica.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 17): Lagunas temporales de aguas oligotrofas sobre sustratos no calcáreos (Molina, 2005). Se sitúa en las orillas que han permanecido inundadas durante algún tiempo, y que cuando la lámina de agua comienza a bajar se desecan, aunque siguen conservando una alta humedad edáfica.

En el área de estudio son frecuentes este tipo de lagunas temporales, sobre todo en el Parque Natural donde la comunidad está mejor representada que en el Parque Nacional. Los vasos de las cinco lagunas donde se han registrado los inventarios tipo son poco profundos, muy planos y no eutrofizados. Estas comunidades son muy sensibles al hozamiento por los jabalíes y a la eutrofización de las aguas, de ahí su escasa representación en Doñana a pesar de ser frecuente el hábitat potencial susceptible de ser colonizado por estos pastizales. Son comunidades muy sensibles a las precipitaciones, llegando a no desarrollarse en años secos, luego su abundancia y distribución es por tanto dependiente del año de muestreo.



Mapa 17. Comunidades muestreadas de *Junco pygmaei-Isoetum velati*

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=11,85$ ($\max=14$ y $\min=10$) y su diversidad media es de $H'=3,34$ ($\max=3,6$ y $\min=3,1$) (Tabla 10).

Según Velayos & al. (1989) las especies características de esta comunidad son *Isoetes velatum* y *Juncus pygmaeus*, mientras que, de acuerdo con Rivas-Goday (1970) serían *Isoetes velatum*, *Eryngium galioides*, *Juncus pygmaeus* y *Ranunculus longipes*. En los inventarios registrados en la zona de estudio, las especies características han sido *Isoetes velatum* y *Juncus pygmaeus*, siendo destacable la frecuencia de aparición de *Lythrum borystenicum*.

Sintaxonomía: En la descripción de la asociación, Rivas-Goday & al. (1956) adscriben esta comunidad a la alianza *Isoetion*, aunque indicando que es intermedia entre las alianzas *Nanocyperion flavescens* y *Preslion cervinae*. Posteriormente, Rivas-Goday (1970) adscribe la comunidad a la alianza *Cicendion*. En la actualidad se ubica en la alianza *Preslion cervinae* según Rivas-Martínez & al. (2001). Es una comunidad a incluir como novedad en el catálogo sintaxonomico de Doñana.

Situación en el paisaje: Se encuentran en contacto con comunidades de *Eryngio corniculati-Preslietum cervinae*, cuando la profundidad de la lámina de agua y el periodo de inundación es menor; con comunidades de *Peplido hispidulae-Isoetum delilei* cuando se presenta *Isoetes setaceum* y el periodo de inundación es mayor; y con comunidades de *Junco emmanuelis-Eleocharitetum multicalis* y *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati* a medida que disminuye la humedad del suelo.

Grado de protección: Hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Estanques temporales mediterráneos* (Real Decreto 1997/1995) código 3170 (Bartolomé & al., 2005).

4.2.3. *Juncus capitati-Isoetetum hystricis* Br.-Bl. 1936

Fisionomía y estructura: Es una comunidad de pequeña talla ligada a sitios húmedos, en la que dominan los terófitos y geófitos.

Distribución mundial: Braun-Blanquet (1935) la describe en el norte de Túnez. Según Molina (2005) la distribución de esta comunidad en la Península Ibérica abarca territorios del sur de Castilla La Mancha, del Algarve portugués, y en Andalucía la cita en Cádiz.

Ecología y distribución en el área de estudio: Asociación de la que sólo se ha reconocido un único inventario, realizado en un camino del Parque Natural, construido con suelos alóctonos en cuyas cunetas, al tener mayor contenido en arcillas, se acumula el agua de lluvia formándose charcos temporales. Probablemente sea una comunidad más extendida en el territorio, ya que este tipo de hábitat está bien representado en la zona, además, es una comunidad ya localizada por Pérez-Latorre & al. (2002) en la cuenca del río Guadiamar, aunque sin aportar localidades concretas ni inventarios.

Composición florística: El inventario se transcribe a continuación:

Juncus pygmaeus 4, *Juncus tenageia* 3, *Isoetes histrix* 2, *Lythrum junceum* 2, *Illecebrum verticillatum* 2, *Juncus capitatus* 1, *Mentha pulegium* +, *Baldellia ranunculoides* +, *Exaculum pusillum* +, *Isolepis cernua* +, *Lotus hispidus* +, *Kickxia cirrhosa* +, *Leontodon taraxacoides* +, *Solenopsis laurentia* +. (Inventario nº1613: Parque Natural, camino de Mazagón. 22-V-2007).

Braun-Blanquet (1935) considera especies características de la comunidad a *Juncus capitatus*, *Cicendia filiformis*, *Trifolium filiforme* (= *T. micranthum*), *Isoetes histrix* y *Laurentia michelii* (= *Solenopsis laurentia*), tres de las cuales están presentes en el inventario realizado en el área de estudio. Los inventarios que realiza este autor son ricos en elementos de *Helianthemetea guttati*, que no aparecen en el inventario realizado en el área de estudio. Esta misma riqueza en elementos menos exigentes en humedad, también la indica Molina (2005) al describir la comunidad.

Dada la escasez de muestreo, no se puede realizar un análisis más profundo de la variabilidad florística de la comunidad en el territorio.

Sintaxonomía: Comunidad descrita por Braun-Blanquet (1935) con inventarios realizados en Túnez, incluyéndola en la alianza *Isoetion*. El inventario tipo que aportan se realizó sobre margas medianamente descalcificadas.

Rivas-Goday (1970) no contempla esta comunidad en su revisión sobre la clase *Isoeto-Nanojuncetea*, pero sí describe el grupo del *Isoetetum hystricis*, que adscribe a la alianza *Isoetion*, describiéndolo como comunidades sometidas a un corto periodo de inundación, sobre sustrato arenoso silíceo y con algunos elementos de *Helianthemion*.

Brullo & Minissale (1998) incluyen esta comunidad bajo la alianza que describen en esta misma publicación con el nombre de *Cicendio-Solenopsion laurentiae*. Estos autores definen la alianza como comunidades primaverales de carácter mediterráneo con tendencia

mediterráneo-atlántica, ligadas a suelos ácidos, más húmedas que el *Isoetion*, secándose en primavera tardía (Mayo-Junio).

Rivas-Martínez & al. (2001) a pesar de que consideran *Isoetes histrix* como especie característica de la alianza *Isoetion*, sitúan a la comunidad de *Junco capitati-Isoetetum hystricis* en la alianza *Preslio cervinae*, que se caracteriza según Rivas-Goday (1970) y Brullo & Massali (1998) por una mayor duración en el periodo de inundación, estar ligada a aguas más profundas, con suelos inundados gran parte de la primavera, y mostrar características intermedias entre el *Isoetion* y la clase *Phragmitetea*. Rivas-Martínez & al. (2002) también definen a *Preslio cervinae* como caracterizada por comunidades sometidas a largos periodos de inundación.

En el presente estudio dada la escasez de muestreo de la asociación, se ha decidido dejar adscrita la comunidad a la posición sintaxonómica propuesta por Rivas-Martínez & al. (2001). No obstante por la ecología observada de la especies características, *Isoetes histrix* y *Juncus capitatus*, en el territorio, donde se han registrado en praderas muy húmedas con un ligero encharcamiento, parece más correcta la posición sintaxonómica que proponen Braun-Blanquet (1935) y Rivas-Goday (1970) como comunidad perteneciente a *Isoetion*.

Esta comunidad es una novedad a incluir en el catálogo sintaxonómico de Doñana.

Situación en el paisaje: Molina (2005) separa las comunidades de *Junco pygmaei-Isoetetum velati* y *Junco capitati-Isoetetum hystricis* por la diferencia en el periodo de inundación, siendo éste más prolongado en las primeras. Este mismo autor sitúa a éstas comunidades contactando con pastizales de *Helienthemetea guttati*.

Sin embargo, en el área de estudio se han registrado contactando con comunidades de *Loto subbiflora-Chaetopogonetum fasciculati*, con las que presenta cierta similitud florística, cuando la humedad edáfica es menor. Además, *Isoetes histrix* es una especie que aparece con cierta abundancia en algunos inventarios de *Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae* (Tabla 35), lo que podría relacionar en cierta forma ambas comunidades.

Grado de protección: Hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Estanques temporales mediterráneos* (Real Decreto 1997/1995) código 3170 (Bartolomé & al., 2005).

4.3 Cicendion

En este orden se incluyen las comunidades de pequeñas pioneras con distribución mediterráneo-atlánticas. Está representado en el área de estudio por una asociación.

4.3.1. *Loto subbiflora-Chaetopogonetum fasciculati* Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

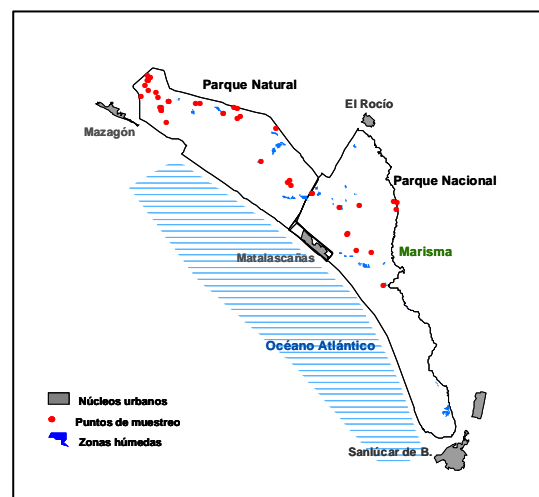
Fisionomía y estructura: Pastizales dominado por terófitos y hemicriptófitos de pequeña talla y aspecto graminoide. Su cobertura es alta, del 100% en la mayoría de los inventarios, formando una capa continua que cubre el suelo por completo. En ocasiones se enriquecen

con especies de juncáceas o gramíneas de mayor talla, cambiando la fisionomía típica de la comunidad.

Distribución mundial: Sector Gaditano-Onubense Litoral.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 18): Según Rivas-Martínez & al. (1980) estos pastizales se desarrollan en lugares húmedos, que han sufrido inundación por aguas dulces durante el invierno o comienzos de la primavera. En el territorio es una comunidad muy extendida, pero su presencia varía entre años, dada su dependencia de las lluvias. Sobre todo es muy abundante en los bordes húmedos de lagunas o charcas temporales sobre suelos arenosos.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=18,9$ (max=36 y min=9) y su diversidad media es de $H'=4$ (max=5,01 y min=2,98) (Tabla 11).



Mapa 18. Comunidades muestreadas de *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*.

La comunidad se caracteriza por la presencia de *Chaetopogon fasciculatus*, *Leontodon taraxacoides* y *Lotus hispidus*. En el cortejo florístico abundan los taxones pertenecientes a diferentes alianzas de la clase *Isoeto-Nanojuncetea*, que se diferencian entre sí, entre otras características por la prolongación del periodo de inundación. Presentan taxones tanto de *Isoetion* (*Isoetes histrix*, *Lythrum borystenicum* y *Solenopsis laurentia*), que alberga comunidades de isoétidos donde el periodo de inundación es más prolongado; como de *Cicendion* (*Cicendia filiformis*, *Exaculum pusillum*, *Illecebrum verticillatum* y *Kickxia cirrhosa*), de suelos húmedos que no sufren una inundación tan prolongada, y de *Agrostion pourreti*, comunidades de aspecto graminoide ligeramente inundadas (*Eryngium galioides* y *Pulicaria paludosa*). Se trata de una comunidad muy diversa, donde la humedad edáfica es la responsable de que en el cortejo florístico abunden taxones de cada una de las tres alianzas anteriormente citadas.

Los inventarios 19 y 21 de la Tabla 11 presentan una cobertura alta de *Sedum maireanum* y podrían representar fragmentos de la comunidad *Sedetum lagascae* descrita en Rivas-Martínez & al. (2002). Esta comunidad dominada por *Sedum maireanum*, acompañado por algunos terófitos como *Juncus bufonius*, *Juncus capitatus* y *Juncus tenageia*, se desarrolla sobre suelos poco profundos, en rocas silíceas, sometidos a episodios cortos de hidromorfía en primavera (Rivas-Martínez & al., 2002). En los inventarios que se indican se presentan *Juncus bufonius*, especie característica de la asociación, y *Juncus capitatus*, pero las especies dominantes son *Chaetopogon fasciculatus* y *Lotus hispidus*, por esta razón se han adscrito a comunidades de *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*.

Existe un grupo de inventarios (Tabla 11: inventarios 39, 40, 41, 42 y 43) donde aparecen *Schoenus nigricans* e *Imperata cylindrica* con altos valores de cobertura. La abundancia de estas especies cambia la fisionomía de la comunidad, al tratarse de especies perennes y de

mayor talla. El análisis matemático ha incluido estos inventarios a pesar de la presencia de dichos taxones, como pertenecientes al mismo grupo (Grupo 12), dado que el conjunto de especies es muy similar al de los pastizales de *Loto subbiflori-Chaetopogonietum fasciculati*. Pudiera ser que estos inventarios reflejaran un enriquecimiento con especies perennes de las comunidades de *Loto subbiflori-Chaetopogonietum fasciculati*, cuando las variaciones interanuales de la humedad edáfica no son tan acusadas o cuando el nivel de humedad en el subsuelo se mantenga durante un mayor periodo de tiempo.

Las comunidades de *Imperata cylindrica* descritas en el presente trabajo, presentan valores de cobertura mayores de *Imperata cylindrica* y son más pobres en especies compañeras, por lo que algunos de estos inventarios podrían considerarse como una transición entre los pastizales terofíticos de *Loto subbiflori-Chaetopogonietum fasciculati* y los dominados por vivaces.

Los inventarios ricos en *Schoenus nigricans* proceden de las Lagunas de Moguer, Laguna del Conejo y Laguna de la Sorianilla, zonas en las que se propone profundizar en los estudios sobre la dinámica y calidad de sus aguas, ya que se trata de una especie que parece requerir calcio en el medio. En todos estos casos se trata de poblaciones muy acotadas en el espacio, de distribución puntual en el borde de la laguna, por lo que podría interpretarse como zonas en las que se concentran los carbonatos en el agua del subsuelo.

La presencia de en algunos inventarios de *Plantago algarbiensis*, *Armeria hispalensis* y *Chamaemelum nobile*, es indicativo de que los suelos presentan un mayor contenido en arcillas. Estos taxones tan sólo aparecen en los inventarios realizados en el límite noroeste del Parque Natural. El límite noroccidental del Parque Natural coincide con la zona de transición entre los suelos estrictamente arenosos y los suelos de origen aluvial, con mayor contenido en partículas finas, que parecen preferir estas especies.

Sintaxonomía: Comunidad descrita por Rivas-Martínez & al. (1980) en Doñana, como muy común en los enclaves arenosos de los sectores litorales Gaditano y Onubense. Estos autores indican la condición de geovicariante con la asociación *Hyperico humifusi-Chaetopogonietum fasciculati* descrita por Rivas-Goday (1964) en la provincia Luso-Extremadura con la que comparte muchos elementos florísticos.

Estos pastizales presentan también similitudes florísticas con el *Cicendietum filiformis* (*Cicendia filiformis*, *Radiola linoides* y *Juncus tenageia*) de distribución euatlántica y noratlántica, presente en el norte peninsular, donde según Loidi & al. (1997) se da la versión más termófila de la comunidad por la presencia de *Exaculum pusillum*.

Situación en el paisaje: Los pastizales húmedos sobre los suelos arenosos de Doñana dan lugar a un mosaico de comunidades muy sensibles a cambios en la humedad edáfica tanto en su grado, como en el periodo de inundación de los suelos. Así estos pastizales propios de los bordes ligeramente inundados, pueden contactar con comunidades de *Preslion cervinae* como *Eryngio corniculati-Preslietum cervinae*, *Junco capitati-Isoetetum hystricis* y *Junco pygmaei-Isoetetum velati* y de *Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae*, cuando la humedad edáfica se mantiene un periodo de tiempo prolongado. Contactan con pastizales de *Malcolmieta*, caracterizados por la presencia de terófitos más xéricos, cuando desaparece la influencia azonal de la humedad edáfica.

Respecto a la sucesión Rivas-Martínez & al. (1980) sitúan a esta comunidad como integrante del complejo hidrófilo de las arenas *Galio-Juncetum maritimi*, *Holoschoenetm-Juncetum maritimi*, *Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae*, *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*.

Grado de protección: Hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Estanques temporales mediterráneos* (Real Decreto 1997/1995) código 3170 (Bartolomé & al., 2005).

Es importante remarcar la presencia en estas comunidades de taxones como *Plantago algarbiensis*, *Armeria hispalensis* y *Sedum maireanum*, en las lagunas del noroeste del Parque Natural. El primero incluido en el Anexo II de la Directiva Hábitat como especie de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar zonas de especial protección; el segundo incluido en lista roja de la flora vascular de Andalucía (Cabezudo & al., 2005), como especie sin datos suficientes para evaluar su status; y el último incluido en dicha lista como especie vulnerable. Por estas razones, estos pastizales deberían de tenerse en cuenta a la hora de aplicar medidas especiales para su conservación, dado el reservorio de flora de interés que albergan.

4b. *Nanocyperetalia*

Comunidades sin isoétidos que florecen en el verano tardío o principios de otoño.

4.4. *Nanocyperion*

Comunidades de pequeños terófitos gramínoides, que se desarrollan en medios con aguas de neutrófilas a acidófilas.

A pesar de presentarse en el área de estudio alguna de las especies características de este orden como *Cyperus fuscus*, *Elatine alsinastrum*, *Isolepis cernua*, *Isolepis setacea*, y *Ludwigia palustris*, no se ha registrado ningún inventario que pueda corresponderse con alguna de las asociaciones descritas en el mismo, salvo dos inventarios a los que se les ha designado el rango de comunidad.

Respecto a esta alianza, Rivas-Martínez & al. (1980) describen en la zona de La Rocina, fuera del área de este estudio, la asociación *Ludwigio palustris-Cyperetum micheliani*, la cual no ha sido localizada en ninguno de los enclaves muestreados. Además, describen en la Laguna Pequeña de Doñana –que no ha podido ser localizada en base a este topónimo– la comunidad de *Fimbristylis bisumbellata*, que consideran como una comunidad empobrecida de la asociación *Heleochoo schoenoidis-Fimbristyletum bisumbellatae*, dada a conocer por Rivas-Goday (1957a), la cual tampoco ha sido localizada en el presente estudio. No obstante, ambas han sido incluidas en el catálogo sintaxonómico en base a las descripciones dadas por estos autores.

4.4.1. Comunidad de *Bulbostylis cioniana*

Fisionomía y estructura: Se trata de comunidades de terófitos de floración estival, los cuales se acompañan de diversas especies de hemicriptófitos higrófitos.

Ecología y distribución en el área de estudio: Esta comunidad se ha registrado en dos lagunas temporales de la Reserva Biológica.

Composición florística: A continuación se transcriben los inventarios realizados:

Bulbostylis cioniana 5, *Kicxia cirrhosa* 3, *Mentha pulegium* 3, *Cynodon dactylon* 2, *Scirpoides holoschoenus* 1, *Chaetopogon fasciculatus* 1, *Baldellia ranunculoides* +, *Agrostis stolonifera* +, *Spergularia rubra* +, *Radiola linoides* + (Inventario nº 1700: Reserva Biológica de Doñana, Las Baquetas. 13-VII-2007).

Bulbostylis cioniana 5, *Kicxia cirrhosa* 4, *Mentha pulegium* 3, *Panicum repens* 2, *Scirpoides holoschoenus* 1, *Heliotropium supinum* 1, *Logfia minima* +. (Inventario nº 1701: Reserva Biológica de Doñana, Las Baquetas. 13-VII-2007).

Situación en el paisaje: Los inventarios se realizaron en el borde del vaso, en contacto con las comunidades de floración primaveral de *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*.

Sintaxonomía: Dado su carácter terofítico, su preferencia por suelos húmedos arenosos y su floración tardía, se han decidido adscribir estos inventarios a la alianza *Nanocyperetalia* y por ende al único orden que existe *Nanocyperion*.

Grado de protección: *Bulbostylis cioniana* es un taxón de distribución muy reducida, que a nivel mundial sólo se localiza en África tropical, en el norte de Italia y en puntos aislados del oeste de España, en las provincias de Cáceres, Huelva y Sevilla (Luceño & Escudero, 2007a). No es un taxón frecuente en Doñana, ya que sólo ha sido citado la Laguna del Acebuche (Castroviejo & al., 1980), donde ha localizado en este trabajo en comunidades de *Eleocharition acicularis* (Tabla 15), y en los puntos indicados para esta comunidad (López-Albacete & al., 2007a).

Algunos autores consideran que se trata de una especie alóctona, procedente de África Tropical (García-Novo & Marín-Cabrera, 2005), mientras que otros consideran que su presencia en países templados es consecuencia de las poblaciones finícolas de su área de distribución. Las dos nuevas poblaciones que se describen en el presente trabajo pueden estar evidenciando la expansión de la especie en el territorio, pudiendo ser un caso similar a la presencia de *Schoenoplectus corymbosus*. Para asegurar dicha afirmación se debería conocer mejor el área de distribución de dicho taxón en el área de estudio.

4.4.2. Comunidad de *Fimbristylis bisumbellata*

Comunidad dominada por *Fimbristylis bisumbellata* y *Cyperus flavescens*, que Rivas-Martínez & al. (1980) hallan en la Laguna que denominan Pequeña de Doñana, y que no ha podido ser localizada en el presente estudio. Estos autores reconocen que quizás, no se

trate más que de una comunidad empobrecida de la asociación luso-extremadurenses *Heleochloa schoenoidis-Fimbristyletum dichotomae*.

4.4.3. *Ludwigia palustris-Cyperetum micheliani* Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Asociación que describen Rivas-Martínez & al. (1980), de modo provisional, para el canal de la Rocina, localidad situada fuera de los límites de este estudio. Se trata de comunidades de pequeños terófitos de floración estival, localizada en depresiones encharcadas hasta el comienzo del verano o en bordes de cursos de agua dulce sobre sustrato arenoso. Según estos autores, puede considerarse vicariante meridional y termófila de la luso-extremadurenses *Cypero micheliani-Holoschloetum alopecuroidis*.

A esta asociación podría atribuirse el siguiente inventario:

Cyperus michelianus 4, *Heliotropium supinum* 2, *Cynodon dactylon* 2, *Portulaca oleracea* 2, *Gnaphalium luteo-album* 2, *Pulicaria paludosa* 1, *Mentha pulegium* 1, *Crypsis schoenoides* 1, *Corrigiola littoralis* + (Inventario nº 1488: P. Nac. Los Mimbrales. 29SQB2208. 2-VII-2007).

4.5. *Verbenion supinae*

Comunidades de pequeños terófitos de aguas salobres a oligohalinas, muy bien representados en la marisma salobre del Guadalquivir, sobre suelos más o menos arcillosos y ricos en sales minerales.

4.5.1. *Damasonio alismatis-Crypsietum aculeatae* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Rivas-Martínez & al. (1980) describen la asociación *Damasonio alismatis-Crypsietum aculeatae*, como una comunidad formada por terófitos de pequeña talla, que se desarrolla sobre suelos arcillosos algo salinos en verano tras la desecación de la marisma, y cuyas especies características son *Crypsis aculeata*, *Damasonium alisma*, *Cressa cretica* y *Lythrum tribracteatum*.

En el presente estudio no se aportan inventarios de esta comunidad, dada su preferencia por la marisma, zona excluida de la zona de estudio, aunque en algunos inventarios de *Bolboschoenetum maritimi* (Tabla 18: inventario 11) tomados en el mes de junio, pueden apreciarse elementos de esta asociación.

Se considera hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Estanques temporales mediterráneos* (Real Decreto 1997/1995) código 3170 (Bartolomé & al., 2005).

4.5.2. *Heliotropio supini-Heleochloetum schoenoidis* Rivas-Goday 1956

En esta comunidad se presentan como especies características *Heleochloa schoenoides* (= *Crypsis schoenoides*) y *Heliotropium supinum*. Según Rivas-Goday (1957a) se desarrolla en lagunas temporales eutrofas y subsalinas de la Meseta, con un valor de pH

comprendido entre 7,2 y 7,8, indicando que cuando los valores de pH son inferiores a 7,1 *Crypsis schoenoides* es substituida por *Crypsis aculeata*.

En el presente trabajo se han realizado dos inventarios en algunos de los vasos de lagunas interiores, donde los suelos estaban cuarteados y completamente secos, los cuales podrían ser considerados afines a esta asociación:

Heliotropium supinum 4, *Cynodon dactylon* 2, *Crypsis aculeata* 2, *Chamaesyce canescens* subsp. *messalensis* 1 (Inventario nº 1692: P. Nac. La Canaleja. 29SQA2796. 13-VII-07)

Heliotropium supinum 5, *Cynodon dactylon* 2, *Corrigiola littoralis* 2, *Portulaca oleracea* 1, *Lythrum hyssopifolia* 1 (Inventario nº1452: P. Nat. Zacallón de los Americanos. 29SQB1007. 18-VI-2006).

Este tipo de comunidades es probablemente más abundante en la zona de estudio, sin embargo, debido a la fecha en la que se manifiesta, ha quedado infra-representada en los inventarios realizados, siendo necesario en el futuro retomar su estudio de forma más exhaustiva.

II.A. VEGETACIÓN LACUSTRE, FONTINAL Y TURFÓFILA

5. *Isoeto-Littorelletea*

Comunidades anfibias compuestas por pequeños helófitos propias de aguas oligotrofas.

5a. *Littorelletalia*

Comunidades de orillas de lagos distróficos, aguas permanentes o cursos lentos de aguas pobres en nutrientes.

5.1. *Hyperico elodis-Sparganion*

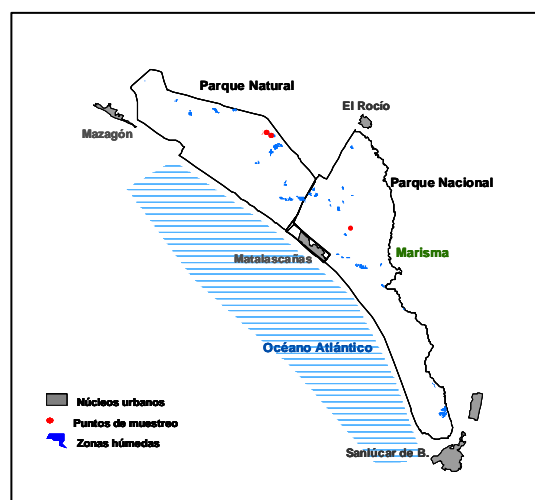
Comunidades anfibias en aguas poco profundas meso-oligotrofas, del oeste de la Península Ibérica. En el área de estudio se presentan tres asociaciones bajo este orden.

5.1.1. *Hyperico elodis-Potametum oblongi* (Allorge 1926) Br.-Bl. & Tüxen 1952

Fisionomía y estructura: Comunidad dominada por hidrófitos y hemicriptófitos de pequeña talla, que forman masas densas.

Distribución mundial: Distribución atlántica. Según Loidi & al. (1997) en el norte de la Península Ibérica ha sido citada por toda la cornisa cantábrica. Navarro & Valle-Gutiérrez (1984) la citan en el centro-occidente zamorano. No se tiene constancia de ninguna cita de la comunidad en el sur peninsular.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 19): Esta comunidad es frecuente en los vasos de turberas, donde el nivel freático aflora a superficie y forma pequeños charcones que mantienen una fina lámina de agua durante gran parte del año. Estos charcones o canales se forman a menudo entre las grandes cepas de especies como *Molinia caerulea*. Rodwell (1991) las considera comunidades características de turberas de aguas oligotrofas, ligeramente ácidas o neutras, y probablemente pobres en fósforo y calcio. Loidi & al. (1997) la sitúan en cauces de arroyos de zonas silíceas y depresiones y canalillos de turberas, donde el agua fluye muy lentamente.



Mapa 19. Distribución de las comunidades muestreadas de *Hyperico elodis-Potametum oblongi*.

Aunque tan sólo se aporten tres inventarios, estas comunidades se presentan en varias turberas del Parque Natural, como las de Ribetehilos, la Laguna del Ojuelo y Laguna del Peladillo. Fuera de este complejo de turberas, se ha detectado en la Reserva Biológica

donde la cobertura de *Potamogeton polygonifolius* es menor, y presenta un cortejo diferente, ya que está acompañado de elementos de *Magnonitellum translucens*.

Composición florística: Se trata de una comunidad típica de turberas, donde dominan en abundancia *Potamogeton polygonifolius* e *Hypericum elodes*, que en latitudes más septentrionales se acompaña de diversas especies de *Sphagnum*, así como de otras especies de briófitos. Aunque no aparece en inventario, la Laguna del Ojuelo, en la que se han realizado dos de los muestreos, es una de las pocas zonas húmedas del territorio donde se presenta el briófito de turberas *Sphagnum inundatum*.

Los inventarios de la Tabla 12, se ha decidido adscribirlos a esta comunidad, por la dominancia de *Potamogeton polygonifolius* (= *P. oblongi*), y por la presencia en ellos de *Hypericum elodes*, *Anagallis tenella*, *Baldellia ranunculoides*, *Eleocharis multicaulis* e *Hydrocotyle vulgaris*, todas ellas especies comunes en esta asociación según indica Rodwell (1991) en su descripción de la comunidad, en las turberas del Reino Unido, y como consta en las tablas que aportan tanto Navarro & Valle-Gutiérrez (1984) como Loidi & al. (1997) para el norte peninsular.

En las comunidades descritas en el norte de la península, son frecuentes especies como *Juncus bulbosus* y *Ranunculus flammula*, y en el cortejo algunas como *Scirpus fluitans*, *Veronica scutellata*, *Scutellaria minor* y *Juncus tenageia*, todas ellas presentes en el área de estudio aunque no hayan aparecido en ninguno de los inventarios realizados de la comunidad. Además, son también frecuentes elementos como *Drosera intermedia* Hayne, *Drosera rotundifolia* L., *Antinoria agrostidea*, *Wahlenbergia hederacea* (L.) Rchb. y *Narthecium ossifragum* (L.) Huds., que marcan la diferencia florística con las registradas en el área de estudio, todos ellos ausentes en el territorio.

Sintaxonomía: Comunidad incluida en la alianza *Hyperico elodis-Sparganion*, donde Rivas-Martínez & al. (1980) adscriben las dos asociaciones de *Isoeto-Littorelletea* que describen en Doñana. Es una novedad a incluir en el catálogo sintaxonómico de la vegetación de Doñana. Probablemente estos autores al no incluir el Parque Natural, donde las formaciones de turberas están mejor conservadas, en su estudio sobre la vegetación de Doñana, no pudieron apreciar la existencia de esta comunidad, ligada a este tipo de hábitats.

No obstante, sería interesante en el futuro, intensificar el muestreo de estas comunidades con el objetivo de caracterizarlas florísticamente mejor y obtener más datos sobre su dinámica y ecología.

Situación en el paisaje: Como indica Rodwell (1991) algunas turberas presentan un mosaico de comunidades, distribuidas a parches y difíciles de separar unas de otras, ya que los cambios en la mayoría de las ocasiones son graduales, atendiendo a cambios en la humedad edáfica y periodo de inundación. En el territorio, la comunidad de *Hyperico elodis-Potametum oblongi* contacta con juncales de *Juncus emmanuelis-Eleocharitetum multicaulis* o *Anagallido tenellae-Juncetum bulbosi*, cuando el periodo de inundación es menor. Se pueden situar en contacto con juncales de mayor tamaño dominados por *Juncus effusus*, o bien, en los canales excavados por escorrentía de las aguas, con comunidades dominadas por *Molinia caerulea* y *Schoenus nigricans*, descritas en el presente trabajo

como *Hyperico elodis-Schoenetum nigricantis*, con las que comparten una de las especies diferenciales: *Hypericum elodes*.

Loidi & al. (1997) las sitúan contactando con las turberas bajas del *Anagallido-Juncetum bulbosi*.

Grado de protección: Hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Aguas oligotróficas con un contenido en minerales muy bajo de las llanuras arenosas (Litorreltalia uniflorae)* (Real Decreto 1997/1995) código 3110 (Bartolomé & al., 2005).

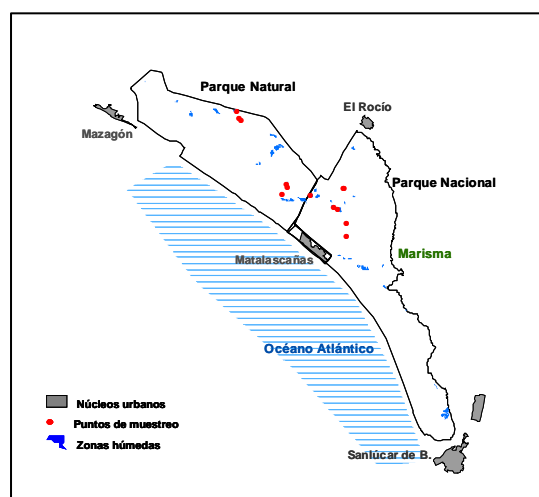
En la zona de estudio, las turberas son muy frecuentadas por ganado, sobre todo vacas, presentando los suelos y canales encharcados una fuerte perturbación por pisoteo y nitrificación, y las praderas cespitosas dominadas por *Molinia caerulea*, una fuerte presión de herbivoría. Estos hábitats, poco frecuentes en Doñana, deberían ser objeto de un mayor grado de conservación, por ser lugares de gran valor botánico, ecológico y paisajístico.

5.1.2. *Juncus emmanuelis-Eleocharitetum multicaulis* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Fisionomía y estructura: Comunidad dominada por helófitos vivaces de talla mediana y con alta presencia de gramíneas tapizantes. La cobertura es alta, siendo del 100% en todos los inventarios realizados.

Distribución mundial: Distrito Onubense Litoral.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 20): De acuerdo con Rivas-Martínez & al. (1980), se trata de comunidades presentes en los bordes de las lagunas temporales, de aguas meso-oligotrofas, que permanecen sumergidos o encharcados durante varios meses al año. En el área de estudio es una comunidad frecuente, asociada a lagunas temporales y a algunos vasos de turberas, siendo su presencia mayor en aquellas donde los suelos retienen durante más tiempo la humedad.



Mapa 20. Distribución de las comunidades muestreadas de *Juncus emmanuelis-Eleocharitetum multicaulis*.

En el Parque Natural estas comunidades están peor representadas que en el Parque Nacional. Este hecho puede estar relacionado con la circunstancia de que muchas de las lagunas temporales del Abalario, no son lagunas freáticas, sino alimentadas por el agua de lluvia que queda retenida sobre un fondo rico en material fino, presentando así un régimen de llenado y vaciado del vaso más brusco que las situadas en lugares donde el nivel freático permanece en superficie más tiempo.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=14,64$ (max=30 y min=7) y su diversidad media es de $H'=3,57$ (max=4,75 y min=2,62). Como se observa en la Tabla 13 las especies características son *Juncus emmanuelis* y *Eleocharis multicaulis*

siendo constante la presencia de *Agrostis stolonifera* y frecuente la de *Panicum repens* y *Cynodon dactylon*, especies que forman un denso de tapiz en muchos de los vasos de las lagunas temporales de Doñana.

Comparte elementos florísticos con las comunidades de *Scirpo fluitantis-Juncetum heterophylli* como, *Isolepis fluitans* y *Juncus heterophyllus*; y con las pertenecientes a la clase *Isoeto-Nonojuncetea*, tanto terófitos como hemicriptófitos.

Sintaxonomía: Rivas-Martínez & Costa en el trabajo de Rivas-Martínez & al. (1980) describen esta asociación en Doñana.

Situación en el paisaje: Estas comunidades forman parte del conjunto de asociaciones presentes en las lagunas temporales de la zona de estudio, situándose en los vasos y bordes que se mantienen inundados o encharcados durante gran parte del año. En el territorio se ha detectado en las lagunas temporales, contactando con comunidades más higrófilas de *Scirpo fluitantis-Juncetum heterophylli* y *Eryngio corniculati-Preslietum cervinae* y, con las menos exigentes en el periodo de inundación de *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*. En los inventarios realizados en el vaso de algunas turberas, como las de Ribeteuilos, estas comunidades se presentan en contacto con juncuales de *Juncetum rugoso-effusi*, situados en las zonas donde la inundación es mayor, y con comunidades de *Anagallido tenellae-Juncetum bulbosi*.

Rivas-Martínez & al. (1980) incluyen esta comunidad en los ecosistemas anfibios de las lagunas temporales, los que ordenan en función de un menor a un mayor gradiente de humedad: *Junco emmanuelis-Eleocharitetum multicaulis*, *Eryngio corniculati-Preslietum cervinae*, *Scirpo fluitans-Juncetum heterophylli* y *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris*.

De las Heras (2007), en su estudio sobre la vegetación del entorno de Doñana, considera que estas comunidades forman parte del complejo exoseriale de turberas, y las incluye en la geoserie edafohigrófila termomediterránea.

Grado de protección: Hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Aguas oligotróficas con un contenido en minerales muy bajo de las llanuras arenosas (Litorelletalia uniflorae)* (Real Decreto 1997/1995) código 3110 (Bartolomé & al., 2005).

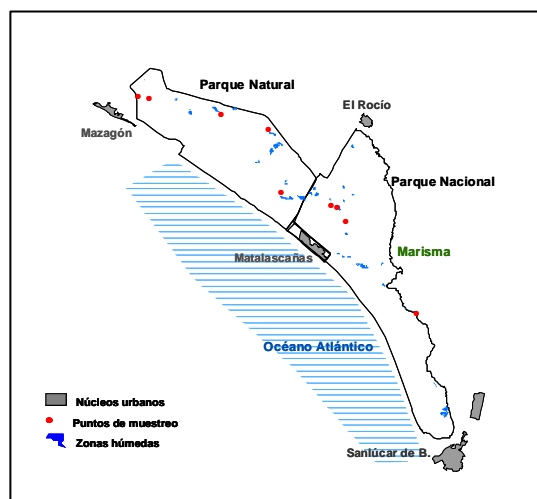
Hay que destacar la presencia en estas comunidades de dos especies de interés *Caropsis verticillato-inundata*, incluida en el Anexo II de la Directiva Hábitat como especie de interés comunitario, para cuya conservación es necesario designar zonas de especial protección; y *Scorzonera fistulosa*, incluida como especie en peligro crítico en la lista roja de la Flora vascular de Andalucía (Cabezudo & al., 2005) y en el Atlas y libro Rojo de la Flora vascular Amenazada de España (Bañares & al. 2003).

5.1.3. *Scirpo fluitantis-Juncetum heterophylli* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Fisionomía y estructura: Comunidad dominada por helófitos de pequeña talla y de porte erguido o tumbado. Cuando la comunidad está bien desarrollada forma un tapiz continuo sobre la lámina de agua presentando una cobertura del 100%.

Distribución mundial: Distrito Onubense Litoral.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 21): Rivas-Martínez & al. (1980) la citan como bastante común en caños y lagunas de agua dulce, que se desecan por completo durante el verano. En el área de estudio no es una comunidad frecuente, aunque aparece distribuida tanto en las lagunas temporales del Parque Nacional como en las del Parque Natural, sobre todo en aquellas de carácter higróturboso. Pérez-Latorre & al. (2002) la describen en la cuenca del río Guadiamar como una comunidad flotante enraizada en remansos fluviales de aguas limpias.



Mapa 21. Distribución de las comunidades muestreadas de *Scirpo fluitantis-Juncetum heterophylli*.

En las localidades de la tabla de inventarios que aportan Rivas-Martínez & al. (1980) en su trabajo de Doñana, las cuales se han visitado durante este estudio, se ha detectado esta comunidad en tan sólo una de ellas. Esto hace pensar que se trata de una comunidad en regresión en el territorio. Las causas son, probablemente, la eutrofización de los vasos, la excesiva presión de origen animal y la desecación de humedales por sobreexplotación de los acuíferos.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=8,89$ ($\max=14$ y $\min=5$) y su diversidad media es de $H'=2,91$ ($\max=3,64$ y $\min=2,14$) (Tabla 14). La especie que se ha considerado característica para reunir los inventarios de esta asociación es *Juncus heterophyllus*, quien se acompaña frecuentemente por *Baldellia ranunculoides*, y otros higrófitos como *Isolepis fluitans*, *Juncus emmanuelis* e *Illecebrum verticillatum*, especies frecuentes en muchas de las comunidades ligadas a charcas temporales. Con esta premisa, se han agrupado comunidades muy heterogéneas en cuanto a su composición. Así, se incluyen inventarios que recogen comunidades de *Myriophyllo alterniflori-Callitrichetum brutiae* (Tabla 14: inventarios 8 y 9); con altas coberturas de *Glyceria declinata*, especie propia de comunidades de *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris* (Tabla 14: inventarios 3 y 7); e inventarios con una cobertura muy alta de *Paspalum vaginatum* (Tabla 14: inventario 6), en el que aparecen además especies poco frecuentes en Doñana como *Pycneus flavescens*, *Cyperus laevigatus* subsp. *distachyos* y *Epilobium parviflorum*.

Sintaxonomía: Comunidad descrita en Doñana por Rivas-Martínez & Costa (Rivas-Martínez & al., 1980), indicando la proximidad con la comunidad *Hyperico elodis-*

Scirpetum fluitantis, descrita por Rivas-Goday (1964) para el sector Mariánico-Monchiquense.

Situación en el paisaje: Contacta con las comunidades de *Junco emmanuelis-Eleocharitetum multicaluis* menos exigentes en la persistencia de la lámina de agua (Rivas-Martínez & al., 1980).

En algunas de las lagunas, cuando la lámina de agua aún permanece, se han registrado en contacto con comunidades de *Myriophyllo alterniflori-Callitrichetum brutiae*.

Pérez-Latorre & al. (2002) la sitúan contactando con comunidades de *Ranunculo peltati-Callitrichetum brutiae* o de *Ranunculetum baudotii*, según la estación fenológica.

Grado de protección: Hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Aguas oligotróficas con un contenido en minerales muy bajo de las llanuras arenosas (Littorelletalia uniflorae)* (Real Decreto 1997/1995) código 3110 (Bartolomé & al., 2005).

5.2. *Eleocharition acicularis*

Aguas continentales de inundación fluctuante sobre suelos margosos.

5.2.1. Comunidad de *Schoenoplectus erectus*

El análisis matemático ha separado este grupo por la alta frecuencia de aparición de *Schoenoplectus erectus* y *Juncus pygmaeus*, así como por la presencia de dos especies del género *Elatine* que no han aparecido de manera frecuente en otras comunidades (Tabla 15). Son frecuentes los elementos de la clase *Isoeto-Nonojuncetea* como *Lythrum borystenicum*, *Exaculum pusillum*, *Mentha pulegium*, *Baldellia ranunculoides* y *Heliotropium supinum*.

Todos los inventarios se realizaron en la Laguna del Acebuche. Esta laguna no sigue un régimen hídrico natural, sino que es mantenido de manera artificial al encontrarse dentro del terreno destinado a uso público del Parque Nacional, y ser un lugar frecuentado por los visitantes para el avistamiento de aves. Sus características son muy diferentes al resto de humedales de la zona. Cuando la lámina de inundación se evapora por completo, y el fondo del vaso queda al descubierto, se desarrollan estos pastizales de pequeña talla dominados por terófitos e hidrófitos de floración tardía con elementos florísticos muy poco frecuentes en el área de estudio como *Bulbostylis cioniana*, *Schoenoplectus erectus*, *Elatine brochonii* y *Elatine hexandra*. El hecho de que esta comunidad presente especies características de esta alianza y que los suelos del vaso lagunar presenten gran cantidad de elementos finos es lo que determina la inclusión en *Eleocharition acicularis* de la comunidad.

Velayos & al. (1989) describen dos comunidades que incluyen en esa alianza. *Elatino macropoda-Eleocharitetum acicularis* se caracteriza por la presencia de *Elatine macropoda* y *Eleocharis acicularis*, y ocupa pequeñas depresiones en los bordes de las lagunas que permanecen inundados parte del año, donde forma rodalitos sobre suelos pobres en bases. La otra comunidad *Elatino hexandrae-Littorelletum uniflorae*, está

caracterizada por la presencia de *Littorella uniflora* y *Elatine hexandra*, y se desarrolla sobre suelos ácidos, arenoso-limosos y gleyzados formando bandas continuas que rodean charcas y lagunas.

Los inventarios realizados en la zona de estudio, presentan una ecología similar a la descrita por Velayos & al. (1989), pero difieren en la composición específica, presentando tan sólo en común *Elatine hexandra*. Se ha decidido determinar los inventarios hasta nivel de alianza, por la escasez de representación de la comunidad en el territorio, y las diferencias en la composición florística con las asociaciones ya descritas.

6. *Phragmito-Magnocaricetea*

Comunidades de helófitos de pantanos, lagos y ríos, de aguas dulces o salobres, dominadas por especies gramíneas, cárices, megafórbidos y herbáceas.

6a. *Phragmitetalia*

Comunidades gramíneas altas de aguas dulces.

6.1. *Phragmition communis*.

Alianza única.

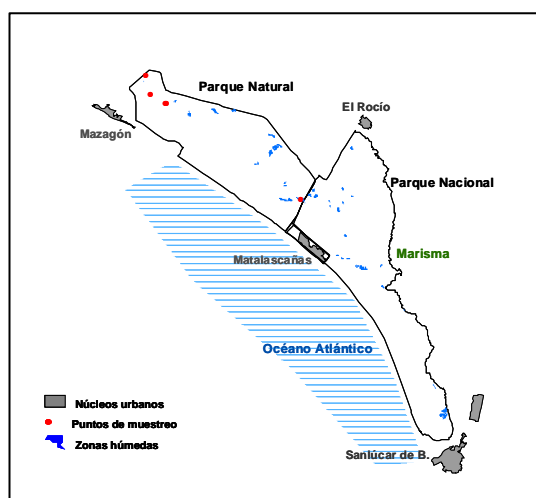
6.1a. *Phragmitenion communis*

Comunidades de gramíneas de talla alta sensibles a los periodos de sequía. En el área de estudio se incluyen tres asociaciones bajo este orden, una de ellas de nueva descripción.

6.1.1. *Schoenoplectetum corymbosi* ass. nova

Fisionomía y estructura: Comunidad dominada por helófitos de mediana talla acompañados por hidrófitos. Esta comunidad con aspecto de juncal bajo, presenta una cobertura alta oscilando los valores entre el 90% y 100%.

Distribución mundial: Sector Gaditano-Onubense Litoral. Según Jiménez-Mejías & al. (2007b) *Schoenoplectus corymbosus*, especie que caracteriza la comunidad, tiene una distribución que comprende el este y norte de África, cuenca del Níger, delta del Nilo, Marruecos, Argelia, India y Pakistán y puntos dispersos en el oeste de la Península Ibérica, en las provincias de Cádiz y Huelva. Las comunidades descritas en el presente trabajo



Mapa 22. Distribución de las comunidades muestreadas de *Schoenoplectetum corimbosi*.

se refieren a las existentes en el Sector Gaditano-Onubense Litoral.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 22): Esta comunidad, nueva para el territorio, se presenta en lagunas temporales de aguas dulces oligotrofas sin síntomas de eutrofización. Esta muy bien representada en la zona noroeste del Parque Natural, no habiéndose registrado su presencia en el Parque Nacional ni en la Reserva Biológica.

Se desarrolla en las zonas del vaso que permanecen inundadas durante más tiempo, resistiendo el periodo de sequía propio de las charcas temporales de la zona. *Schoenoplectus corymbosus* presenta pseudoviviparismo, generando tras la maduración del fruto, pequeños brotes desde la inflorescencia, tras lo cual se tumba la planta para favorecer el enraizamiento de dichos brotes (Browning, 1991; Jiménez-Mejías & al., 2007b). Esta estrategia de propagación vegetativa, le confiere una gran ventaja para colonizar y mantener las poblaciones, bajo las condiciones oscilantes que caracterizan los medios donde se desarrolla.

En el área de estudio se ha localizado en algunas lagunas del Parque Natural (Laguna Redonda, Laguna de las Cabras y Lagunas de Moguer), así como en la Laguna del Acebuche, que se sitúa en la zona de uso público de Doñana y cuyo régimen hidrológico se controla de manera artificial. La comunidad más extensa registrada en la zona se encuentra en las Lagunas de Moguer.

Schoenoplectus corymbosus, ha sido citado recientemente por primera vez en el área de estudio (Jiménez-Mejías & al., 2007b). Estos autores suponen que la presencia de este taxón en el sur de la Península y norte de Marruecos es reciente, proponiendo a las aves migratorias como posible vía de entrada de la especie en el territorio de estudio. Esta hipótesis parte de la base de que la distribución de la especie en África, coincide con zonas de invernada de aves que pasan por el sur peninsular en su migración hacia el norte de Europa. La subida de las temperaturas mínimas en el suroeste de la península (García-Barrón & Pita, 2004) puede que haya favorecido la colonización de dicho taxón de los humedales de las provincias de Cádiz y Huelva.

Al ocupar la distribución de la especie característica de esta comunidad, gran parte del continente africano, la mayoría de los estudios que hacen referencia a la ecología, distribución, y dinámica han sido realizados en dicho continente. A continuación se comentan algunos de ellos, realizados todos ellos en ecosistemas fluviales.

Cilliers & Bredenkamp (2000), en su trabajo sobre clasificación de la vegetación de zonas periurbanas en Potchefstroom (Sudáfrica), sitúan a la comunidad de *Schoenoplectus corymbosus* formando parte de la vegetación de los humedales cercanos a los arroyos tributarios del río Mooi. En concreto, las citan en las zonas húmedas donde el periodo de inundación es mayor y las aguas pueden permanecer estancadas durante más tiempo.

Ramberg & al. (2006) y Murray-Hudson & al. (2006), al caracterizar la vegetación del delta de Okavango (Botswana) describen las comunidades dominadas por *Schoenoplectus corymbosus* y *Cyperus articulatus* L. como características de las llanuras de inundación y de algunas zonas paralelas al río, que han quedado aisladas, pero que se inundan temporalmente con las avenidas. Estas zonas funcionan a modo de lagunas temporales, son

poco profundas y en ellas se acumulan las partículas finas como limos y arcillas, transportadas por el río. Murray-Hudson & al. (2006), engloban esta comunidad en el grupo de las denominadas “*seasonal swamp*”, caracterizadas por especies anuales y bianuales, donde el periodo de inundación oscila entre ocho y cuatro meses al año y las especies están adaptadas a superar periodos de sequía más o menos prolongados.

En el área de estudio, los humedales donde se desarrollan estas comunidades, al contrario que la mayoría de los casos descritos en el continente africano, no están ligados a la influencia de ninguna cuenca fluvial. Por el contrario se trata de sistemas de humedales endorreicos, cuya inundación no depende de las crecidas de ningún río, sino de los niveles de la capa freática, en definitiva del régimen de lluvias.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=4,6$ (max=9 y min=2) y su diversidad media es de $H'=1,72$ (max=3,02 y min=0,68) (Tabla 16). Se trata de una comunidad pobre en especies dominada por *Schoenoplectus corymbosus*, al que acompañan algunos hidrófitos como *Juncus heterophyllus*, *Myriophyllum alterniflorum* y *Potamogeton lucens*. Destaca también la presencia del carófito *Nitella translucens* muy ligado a los hábitats de agua dulce donde se desarrolla esta comunidad.

Respecto a la composición florística de las formaciones de *Schoenoplectus corymbosus*, presentes en el continente africano, Ellery & MacCarthy (1998), en su trabajo realizado en el delta de Okavango, citan como especies características de las zonas sometidas a inundación temporal, además de *Schoenoplectus corymbosus* y *Cyperus articulatus* a *Eleocharis dulcis* (Burm. F) Trin, *Eleocharis acutangula* (Roxb.) Schult., *Leersia hexandra* Sw., *Oryza longistaminata* A. Chev & Roehr. y *Sacciolepis typhura* (Stapf) Stapf.

Cilliers & Bredenkamp (2000) consideran la variante de *Schoenoplectus corymbosus* de la asociación *Falckia oblonga-Setaria sphacelata* caracterizada por la presencia de las siguientes especies: *Schoenoplectus corymbosus*, *Cyperus difformis*, *Mariscus congestus* (Vahl) C.B. Clarke y *Ranunculus multifidus* Forsk.

Sarkar (2006) en su estudio sobre los humedales de la sabana de Amboseli (Kenia) sitúa a *Schoenoplectus corymbosus* en los pastizales de helófitos de zonas inundadas temporalmente y poco profundas, conviviendo con especies como *Cyperus laevigatus*, *Ludwigia stolonifera* Guill. & Perr. Raven, *Digitaria scalarum* (Schweinf) Chiov. y *Cyperus immensus* C.B. Clarke entre otras.

Por lo que se observa de los trabajos consultados, las comunidades africanas son más ricas en especies, conviviendo *Schoenoplectus corymbosus* con otros helófitos de mediana talla, sin llegar a ser tan dominante como en las registradas en el territorio de estudio. Lo cual ratifica la necesidad de describir una nueva asociación para las comunidades incluidas en este estudio y de restringir por el momento su distribución al Sector Gaditano-Onubense Litoral.

Sintaxonomía: Se incluye dentro del siguiente esquema sintaxonómico: clase *Phragmito-Magnocaricetea*, orden *Phragmitetalia*, alianza *Phragmition australis* y subalianza *Phragmitenion australis*. La alta presencia de helófitos, la capacidad de soportar periodos

prolongados de sequía y la presencia en el cortejo de especies características de la clase, han sido las razones por las que se ha adscrito esta comunidad a dicho esquema sintaxonómico.

De los trabajos consultados, tan sólo los realizados por Cilliers & Bredenkamp (2000) utilizan la fitosociología como método de estudio de la vegetación. Estos autores, encuadran las comunidades de *Schoenoplectus corymbosus* como una de las tres variantes existentes de la asociación *Falckia oblonga-Setaria sphacelata*. Las especies diferenciales de la variante de *Schoenoplectus corymbosus* son especies más higrófitas que las que caracterizan a las otras dos variantes de *Eragrostis rotifer* Rendle y *Themeda triandra* Forsk., ambas dominadas por gramíneas y adaptadas a periodos de inundación menores. Estos autores, no hacen referencia a unidades sintaxonómicas superiores al de asociación en este trabajo. La razón podría deberse, como indican los propios autores, a que la nomenclatura utilizada no es formal, ya que el esquema sintaxonómico de Sudáfrica aún no está publicado. Los nombres de los sintaxones los han utilizado como los han publicado otros autores, sin ninguna intención de validar los nombres o corregir errores tipográficos.

Situación en el paisaje: En las lagunas del área de estudio, estos pequeños juncuales se encuentran contactando con comunidades de *Typha angustifoliae-Phragmitetum australis*, situadas en las zonas más profundas del vaso, y con las comunidades de *Eryngio corniculati-Preslietum cervinae* que crecen en las zonas de profundidad media, donde la lámina de agua desaparece con anterioridad. Dada su reciente presencia en el área de estudio, la ecología y distribución de la comunidad debe tomarse como provisional.

Esta asociación convive con algunos retazos de comunidades de *Potametea*, como las dominadas por *Myriophyllum alterniflorum* y *Potamogeton lucens*, y de *Charetea* dominadas por *Nitella translucens*, especies que se encuentran flotando entre los individuos de *Schoenoplectus corymbosus*.

En las poblaciones africanas de esta especie Cilliers & Bredenkamp (2000), sitúan la variante de *Schoenoplectus corymbosus* en contacto con las otras dos variantes de *Falckia oblonga-Setaria sphacelata*, que se desarrollan en los márgenes de las zonas húmedas donde el periodo de inundación es menor.

Ellery & MacCarthy (1998) indican que *Schoenoplectus corymbosus* se encuentra, en contacto con comunidades caracterizadas por *Imperata cylindrica*, *Panicum repens*, *Cyperus denudatus* L. y *Eragrostis lappula* Nees, en las zonas donde la inundación es menor.

Ramberg & al. (2006) sitúan a la comunidad de *Schoenoplectus corymbosus* y *Cyperus articulatus* en contacto con las comunidades, que denominan de transición entre el medio acuático y el terrestre, como son las dominadas por *Panicum repens*, las comunidades de *Cynodon dactylon* y *Sida cordifolia* L. o las comunidades de *Imperata cylindrica* y *Setaria sphacelata* (Schumach.) Stapf & C.E. Hubb. Cuando el periodo de inundación se prolonga y las aguas son permanentes, las comunidades de *Schoenoplectus corymbosus* contactan con las dominadas por *Phragmites australis* y *P. mauritanus* Kunth., o las dominadas por *Cyperus papyrus* L.

Grado de protección: No se contempla la protección de esta comunidad en la Directiva Hábitat (Real Decreto 1997/1995).

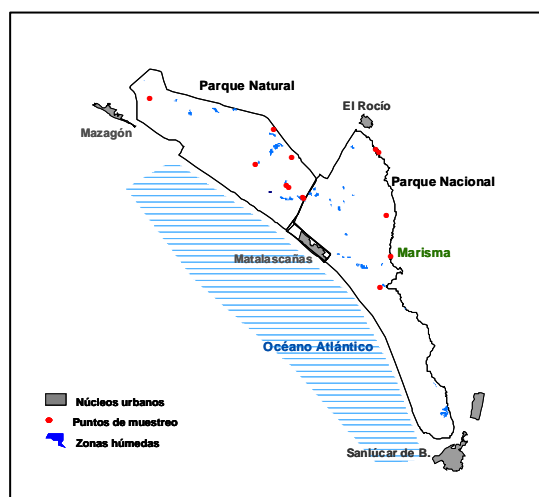
6.1.2. *Typha angustifoliae-Phragmitetum australis* Tüxen & Preising (1942) Rivas-Martínez, Báscones, T.E. Díaz, Fernández-González & Loidi 1991.

Fisionomía y estructura: Comunidades dominadas por helófitos de gran talla acompañados por algunos hidrófitos. La cobertura es alta, alcanzando en todos los inventarios el 100%.

Distribución mundial: Mediterráneo-Atlántica.

Ecología y distribución en el área de estudio

(Mapa 23): Espadañales o carrizales sobre suelos hidromorfos en márgenes de lagunas, lagunazos o embalses, así como en remansos de ríos y arroyos con aguas permanentes, donde predominan los fenómenos de deposición frente a los de erosión (Molina, 1996). Según este autor existen tres facies de esta comunidad según sea la especie predominante *Phragmites australis*, *Typha* spp. o *Schoenoplectus lacustris*. La variante que mejor representada está en el territorio es la dominada por *Schoenoplectus lacustris* subsp. *lacustris*, que se ha registrado sobre todo en lagunas de agua dulce, a veces ricas en nutrientes pero nunca de carácter salobre, situándose en la parte más profunda del vaso donde el periodo de inundación es mayor; se ha registrado también en la desembocadura de los sotos en la marisma, en charcones profundos donde la lámina de agua perdura durante más tiempo; y en el borde de la marisma en charcones de agua dulce. Según Molina (1996) y Neto (2002), esta facie prefiere sustratos con granulometría grosera, a diferencia de las facies donde predominan las eneas, que son propias de sustratos limosos y aguas tranquilas.



Mapa 23. Distribución de las comunidades muestreadas de *Typha angustifoliae-Phragmitetum australis*.

Las variantes de esta comunidad donde dominan *Phragmites australis* y *Typha angustifolia* son menos frecuentes, ya que presentan preferencia por los arroyos y las zonas húmedas de aguas permanentes, hábitats poco representados en el área de estudio. Se han detectado en dos zonas húmedas donde la inundación se prolonga durante más tiempo de forma artificial: el Lucio de Palacio y la Laguna del Acebuche. Fuera de inventario se han observado formaciones de carrizales y eneas en la desembocadura de los sotos y en la laguna del Hondón, también de carácter permanente, así como en las zonas de descarga del acuífero dunar del cerro de los Ansares hacia la marisma conocida en el territorio como la Retuerta. Según Molina (1996) los espadañales (dominados por especies del género *Typha*) y los carrizales (dominados por especies del género *Phragmites*) se diferencian en que los primeros se desarrollan en una banda de fluctuación del agua más estrecha que los segundos.

Este autor apunta que los carrizales son la variante de la comunidad que mayor valencia ecológica presenta respecto a las otras dos, siendo capaz de desarrollarse tanto en suelos higroturbosos y prados-juncales sometidos a periodos de sequía prolongados, como en ciertos suelos de gley y lodos de lagunas kársticas. Los espadañales sin embargo, aunque pueden soportar sequías al final de su desarrollo, el nivel del freático debe mantenerse cerca de la superficie, al igual que en los bayuncares, a los que Molina (1996) les otorga un papel de primocolonizadores.

Pérez-Latorre & al. (2002) sitúan a los espadañales y carrizales en la unidad marismeña del sector Gaditano-Onubense dentro de la cuenca del río Guadiamar y en el borde de lagunas temporales que soportan cierta trofía y salobridad.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=6$ (max=11 y min=2) y su diversidad media es de $H'=2,2$ (max=3,28 y min=0,68) (Tabla 17). Las especies que la caracterizan son *Schoenoplectus lacustris* subsp. *lacustris*, *Typha angustifolia* y *Phragmites australis*, siendo el cortejo muy pobre en especies. La variabilidad florística de la comunidad radica en que la especie dominante sea una de estas tres especies características.

En el territorio habría que añadir la diferencia entre los inventarios dominados por *Schoenoplectus lacustris* subsp. *lacustris* o bayuncares y el resto, éstos se realizaron en zonas húmedas donde los periodos de desecación pueden ser prolongados, incluso hay años en los que los humedales temporales donde se ha registrado su presencia no llegan a inundarse. A su vez estos inventarios son más ricos en especies que el resto siendo frecuentes en el cortejo florístico algunos hidrófitos como *Lemna minor*, *Lemna gibba*, *Azolla filiculoides* y *Ricciocarpus natans*, estas especies de hábito flotante se encuentran creciendo entre los individuos de *Schoenoplectus lacustris* subsp. *lacustris*.

Sintaxonomía: En Doñana Rivas-Martínez & al. (1980) citan esta comunidad bajo el nombre de *Scirpo-Phragmitetum mediterraneum* descrita por Tüxen & Preising 1942. Posteriormente Rivas-Martínez & al. (2001) reconocen este syntaxón como sinónimo de *Typho angustifoliae-Phragmitetum australis*.

Molina (1996) reconoce dos subasociaciones dentro de esta comunidad, la típica *phragmitetosum australis*, donde las enneas (*Typha angustifolia* o *Typha latifolia*) son las especies dominantes acompañadas por *Phragmites australis*. Esta subasociación, se podría relacionar con la variante de *Typha* que propone este autor en la misma obra, ya que las especies dominantes pertenecen a dicho género.

La subasociación *typhetosum dominguensis* (Molina, 1996), se caracteriza por la presencia de *Thypha dominguensis*, y por representar la variante más térmica de todo el área de distribución de la asociación. Incluye según la tabla de inventarios presentada por el autor, las facies de *Schoenoplectus lacustris* y las facies de enneas donde no aparece *Typha angustifolia*, pero sí es abundante en el cortejo *Typha latifolia*. En los inventarios realizados en la zona de estudio no aparece *Typha dominguensis*, sin embargo, como algunos de los inventarios dados por Molina (1996) como pertenecientes a esta subasociación carecen de esta especie, sería más correcto adscribirlos a la subasociación *typhetosum dominguensis* que a la típica.

Los espadañales del territorio están muy relacionados y comparten especies con los desarrollados sobre suelos ricos en carbonatos cálcico pertenecientes a la asociación *Typho-Schoenoplectetum tabernaemontani*, descrita en la ribera del Ebro (Braun-Blanquet & Bolós, 1957), la existencia de *Typha dominguensis* y *Scirpus tabernaemontani* puede considerarse como un rasgo diferencial de esta asociación frente *Typho angustifoliae-Phragmitetum australis* (Molina, 1996).

Situación en el paisaje: Las comunidades higrófitas dominadas por *Schoenoplectus lacustris* subsp. *lacustris* se sitúan en la parte más profunda de los vasos lagunares, donde pueden contactar con otros helófitos de menor talla, que soportan mejor la desecación del vaso. Cuando se trata de lagunas sometidas a un régimen de inundación muy irregular, como la mayoría de las presentes en la zona de estudio, contactan con comunidades de *Eryngio corniculati-Preslietum cervinae*, de *Bolboschoenetum maritimi* o bien con comunidades dominadas por *Schoenoplectus corymbosus*. En las presentes en los sotos o en charcones del borde de la marisma se encuentran en manchas aisladas, rodeadas por comunidades de *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris*.

Independientemente de donde se desarrollen casi siempre van acompañadas de comunidades pertenecientes a la clase *Lemneta* o *Charetea*, que flotan en la lámina de agua que inunda estos bayuncares.

Las facies dominadas por *Typha angustifolia* y *Phragmites australis* contactan con otras comunidades de *Phragmito-Magnocaricetea*, como las dominadas por *Cladium mariscus*. Cuando la lámina de agua es profunda conviven con comunidades de *Lemnetea*, que se desarrollan entre los huecos que dejan los individuos, pero normalmente estas comunidades son tan densas y competitivas que suelen ser pobres en especies.

Pérez-Latorre & al. (2002) sitúan a esta comunidad en mosaico con el tarayal de *Tamaricetum gallicae* o bien como etapa previa al mismo. En las lagunas temporales y de carácter salobre citan a los carrizales en contacto con comunidades de *Typho-Schoenoplectetum*.

Salazar & Valle (2005) incluyen estas comunidades como etapas de sustitución de las saucedas, en la serie edafohigrófila *Viti-Salicetum atrocineriae*.

De las Heras (2007), en su estudio sobre la vegetación del oeste del entorno de Doñana, cita a estas comunidades en contacto con comunidades de *Arundo donax* y con comunidades propias de suelos encharcados principalmente con las de *Bolboschoenetum maritimi*.

Grado de protección: No se contempla la protección de esta comunidad en la Directiva Hábitat (Real Decreto 1997/1995).

6.1b. *Scirpenion maritimi*

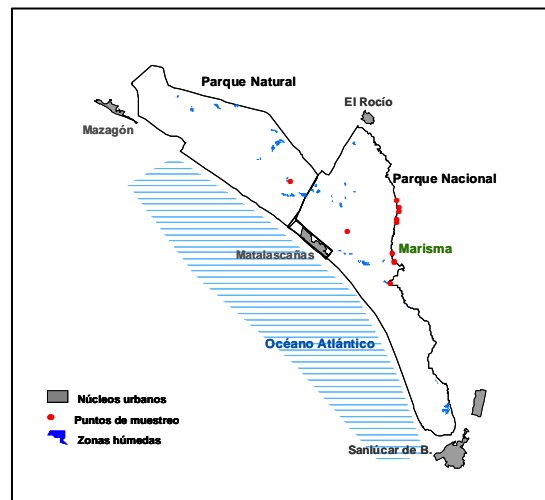
Comunidades gramínoideas de mediana-gran talla resistentes a la desecación, caracterizadas por la presencia de *Bolboschoenus maritimus* subsp. *maritimus*.

6.1.3. *Bolboschoenetum maritimi* Egger 1933

Fisionomía y estructura: Asociación dominada por helófitos de talla mediana, con una cobertura alta que varía desde el 80% al 100%.

Distribución mundial: Eurosiberiano-atlántica.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 24): Según Rivas-Martínez & al. (1980) en Doñana esta comunidad se desarrolla en suelos desde arenosos a arcillosos, cubiertos por aguas profundas, pero que pueden llegar a desecarse durante alguna época del año. Molina (1996) apunta, en su revisión de esta comunidad en la Península Ibérica, que soporta aguas ricas en nutrientes minerales. En la zona de estudio se ha registrado sobre todo en el borde de la marisma dulce, donde ocupa grandes extensiones hacia el interior de la misma, también se ha registrado en menor proporción en lagunas estacionales interiores. Se trata de una comunidad que no es de carácter halófilo pero que puede soportar cierta salinidad estacional.



Mapa 24. Distribución de las comunidades muestreadas de *Bolboschoenetum maritimi*.

Comunidad citada en el entorno de Doñana por De las Heras (2007), ocupando encharcamientos temporales, lagunas continentales, arroyos de agua dulce y en marisma no salobre. Los inventarios se realizaron en los municipios de Almonte, Moguer y Rociana y en el Estero Domingo Rubio.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=9,64$ ($\max=19$ y $\min=7$) y su diversidad media es de $H'=3,03$ ($\max=4,09$ y $\min=2,6$) (Tabla 18). La especie que caracteriza esta asociación es *Bolboschoenus maritimus* var. *maritimus*, de espiguillas pedunculadas. En el cortejo dominan tanto los helófitos (*Eleocharis palustris* y *Baldellia ranunculoides*) como los hidrófitos (*Chara vulgaris* subsp. *vulgaris*, *Ranunculus peltatus* subsp. *peltatus*, *Lemna minor* y *Azolla filiculoides*).

La variabilidad de la comunidad radica en la presencia de taxones como *Damasonium polyspermum*, *Chara vulgaris* subsp. *vulgaris* y *Ranunculus peltatus* subsp. *fucooides* en los inventarios realizados en la marisma (Tabla 18: inventarios 1, 3, 5, 6, 7, 8, 9 y 10), (Tabla 18: inventarios 2 y 4) ausentes en los inventarios realizados en las lagunas interiores, donde son más frecuentes en el cortejo taxones propios de la clase *Isoeo-Nanojuncetea*, como *Eryngium corniculatum*, *Pulicaria paludosa* o *Mentha pulegium*.

Sintaxonomía: Comunidad descrita por Egger (1937) e incluida por Rivas-Martínez & al. (1980) en una nueva alianza, *Scirpenion maritimi*, debido a sus diferencias en ecología y la pérdida de especies de *Phragmites*.

Citada por Costa & al. (1996) en la ría Formosa, donde el cortejo lo forman especies características de *Phragmito-Magnocaricetea* como *Typha angustifolia*, *Phragmites australis*, *Lycopus europaeus* y *Lythrum salicaria*, diferenciándose así de las registradas en Doñana, donde éstos taxones son menos frecuentes en las comunidades inventariadas de *Bolboschoenetum maritimi*.

Molina (1996) describe una nueva subasociación regional meridional: *glycerietosum declinatae* para diferenciarla frente a la asociación típica centroeuropea que carece de *Glyceria declinata* y posee en cambio *Glyceria aquatica* (L.) Wahlb. La comunidad presente en el área de estudio pertenecería a esta subasociación dada la presencia de *Glyceria declinata* en algunos inventarios, y la ausencia del taxón de distribución centroeuropea.

Situación en el paisaje: Rivas-Martínez & al. (1980) no incluyen esta comunidad en ninguna serie de vegetación, pero indican que si la salinidad del medio aumenta, en Doñana estas comunidades dan paso a las de *Scirpetum compacto-littoralis*. Valle (2003) y Salazar & Valle (2005) la incluyen en las series edafohigrófilas de las saucedas presididas por *Salix atrocinerea*, y en la serie *Polygono equisetiformis-Tamaricetum africanae* cuya etapa madura es un tarayal. En el resto de Andalucía según estos autores también puede presentarse en series mesohalófilas de distribución meso-termomediterráneas.

En el territorio se encuentran en contacto con las comunidades de *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris* del borde de la marisma, a las que sustituyen de manera gradual a medida que aumenta el periodo de inundación, el contenido en arcillas y cierta salinidad en las aguas.

De las Heras (2007) indica que estas comunidades contactan catenalmente con las de *Eryngium corniculati-Preslietum cervinae* y, a veces, con las comunidades terofíticas de *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*.

Grado de protección: No se contempla la protección de esta comunidad en la Directiva Hábitat (Real Decreto 1997/1995).

6b. *Nasturtio-Glycerietalia*

Comunidades dominadas por pequeñas hierbas y gramínoideas rizomatosas creciendo en charcas y arroyos de agua dulce con niveles de inundación fluctuantes.

6.2. *Glycerio-Sparganion* Br.-Bl. & Sissingh in Boer 1942

Comunidades gramínoideas rígidas de gran talla.

6.2a. *Glycerienion fluitantis*

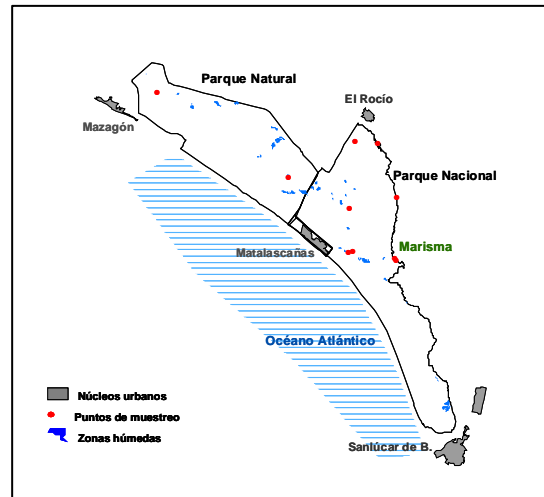
En charcas y aguas poco profundas sometidas a periodos de desecación.

6.2.1. *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Fisionomía y estructura: Comunidades dominadas por helófitos de mediana talla, acompañados por algunos higrófitos. La cobertura de la comunidad es alta, variando de un 80% a un 100%. Forman un denso tapiz en lugares inundados donde la lámina de agua no alcanza mucha profundidad.

Distribución mundial: Subprovincia Gaditano-Algarviense y distrito Sadense.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 25): Según Rivas-Martínez & al. (1980) esta comunidad es característica de lugares inundados por aguas dulces, poco profundas durante la primavera. En el área de estudio se ha encontrado, en lagunas de agua dulce de inundación temporal; al final de los caños que vierten a la marisma, donde las aguas son tranquilas; y en el borde de la marisma donde la salinidad es muy baja y el periodo de inundación muy corto, siendo de las primeras comunidades que se desecan cuando da comienzo la época de estiaje.



Mapa 25. Distribución de las comunidades muestreadas de *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris*.

Comunidad citada por Pérez-Latorre & al. (2002) en la cuenca de Guadiamar y por De las Heras (2007) en el entorno de Doñana.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=11$ ($\max=16$ y $\min=7$) y su diversidad media es de $H'=3,25$ ($\max=3,92$ y $\min=2,65$) (Tabla 19). Las especies que caracterizan esta asociación en el territorio son *Eleocharis palustris*, *Baldellia ranunculoides* y *Glyceria declinata*. A estos helófitos le acompañan otras especies de hidrófitos cuando la lámina de agua no ha desaparecido aún como, *Apium inundatum*, *Ranunculus peltatus*, *Azolla filiculoides* y *Lemna minor*, incluso en algunos inventarios se presentan especies de carófitos como *Chara fragifera*, *Chara connivens* y *Nitella translucens*.

El cortejo florístico varía, dependiendo de si se trata de comunidades de lagunas temporales, de caños o de borde de marisma. Así, en las primeras las comunidades dominadas por *Eleocharis palustris* presentan especies acompañantes de la clase *Isoeto-Nanojuncetea* como *Mentha pulegium*, *Illecebrum verticillatum* o *Pulicaria paludosa*. En las correspondientes al borde de la marisma, abunda *Bolboschoenus maritimus* y *Damasonium polyspermum* y por último en el inventario 7 (Tabla 19), realizado en una laguna en restauración en la cabecera de los sotos, son frecuentes especies como *Typha angustifolia*, *Lycopus europaeus* y *Lythrum salicaria*, características de comunidades de *Phragmito-Magnocaricetea*. La presencia de *Alisma lanceolatum* en esta laguna puede deberse, como apunta Molina (1996), a la reciente colonización de este humedal, ya que esta laguna se encuentra en estado de regeneración.

En los inventarios 6 y 7 (Tabla 19) no se registró la presencia de *Glyceria declinata* siendo muy abundante la presencia de otras gramíneas de hábito tapizante como *Panicum repens*, *Agrostis stolonifera* y *Paspalum paspalodes*, siendo algunas de ellas de carácter invasor, reflejo de que la comunidad no se encuentra en su óptimo.

Existen dos especies ligadas a estas comunidades en el territorio, que merecen ser mencionadas, ya que cada vez son más escasas en Doñana, *Ranunculus flammula* y *Elatine alsinastrum*. La perturbación de las zonas húmedas, en su mayoría muy nitrificadas por la acción de los grandes herbívoros, y sobre todo de los jabalíes, esta haciendo que se pierdan hábitats potenciales para muchos taxones ligados a estos medios acuáticos.

Sintaxonomía: Comunidad descrita por Rivas-Martínez & al. (1980) en Doñana, como presente en aguas tranquilas sin demasiada contaminación, en caños, lagunas temporales y fuentes, indicando que es la comunidad de *Phragmito-Magnocaricetea* presente en Doñana, que ocupa los biotopos que antes quedan emergidos. Molina (1996) en su revisión de la clase *Phragmito-Magnocaricetea* reconoce dos variantes de las comunidades de *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris*: la típica, con alta presencia de *Bolboschoenus maritimus*, que aparece sobre suelos prolongadamente inundados; y una segunda donde domina *Carex cuprina*, que pone de relieve un mayor periodo de sequía. Los inventarios de la zona de estudio corresponderían a la subasociación típica.

Neto (2002) cita esta asociación en el distrito Sadense, dejando constancia de la presencia de la comunidad en la subprovincia Lusitano-Andaluza litoral, ampliando así su areal de distribución, que abarcaba tan sólo la subprovincia Gadicano-Algarviense.

Situación en el paisaje: En el área de estudio, en los inventarios realizados en el borde de la marisma, esta comunidad contacta con el *Bolboschoenus maritimi* típico de zonas más interiores de la marisma. De hecho, el análisis matemático no las separó como dos comunidades diferentes dada su similitud en el cortejo florístico, ha sido necesario un segundo análisis, para diferenciar estas dos comunidades, existiendo inventarios de transición entre ambas, que se han incluido en una u otra comunidad según determinó el nivel de pertenencia del segundo análisis. El periodo de inundación y el contenido en partículas finas del suelo, es lo que parece diferenciar a los inventarios de *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris* de los de *Bolboschoenus maritimi*, siendo estos factores ligeramente mayores en esta última.

En las lagunas interiores, contacta con comunidades de *Isoeto-Nanojuncetea* situadas en el borde del vaso, donde el periodo de inundación no es tan prolongado. Neto (2002) considera que las comunidades de *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris* contactan con las comunidades de *Molinio-Arrhenatheretea* como los juncales higrófilos de *Junco rugoso-effusi* y *Holoschoeno-Juncetum acuti*, y con las comunidades de *Typho angustifoliae-Phragmitetum australis*, cuando la profundidad de la lámina de agua es mayor. Este autor, incluye a esta comunidad como etapa de degradación muy avanzada de las saucedas dominadas por *Salix atrocinerea* del distrito Sadense (*Carici lusitanicae-Salicetum atrocinerae*).

Valle (2003) y Salazar & Valle (2005) incluyen estas comunidades en muchas de las series edafohigrófilas de carácter silicícola presentes en Andalucía, entre las que se encuentra la

serie del sauce atrocinéreo (*Viti-Salicetum atrocinereae sigmetum*) presente en la zona de estudio.

Grado de protección: No se contempla la protección de esta comunidad en la Directiva Hábitat (Real Decreto 1997/1995). Dada la alta presencia de elementos de la clase *Charetea* y de *Lemnetea*, podrían contemplarse estos enclaves de Doñana bajo los códigos 3150 (*Lagos eutróficos naturales con vegetación de Magnopotamion o Hydrocharition*) o bien bajo el código 3140 (*Aguas oligomesotróficas calcáreas con vegetación béntica de Chara spp.*).

6.2b. *Nasturtion officinalis*

Incluye comunidades de porte rastrero creciendo en aguas ricas en nutrientes. En el área de estudio se ha registrado una comunidad perteneciente a este orden.

6.2.2. *Glycerio declinatae-Apietum nodiflori* J.A. Molina 1996

Fisionomía y estructura: Comunidad dominada por helófitos dicotiledóneos.

Distribución mundial: Mitad occidental de la Península Ibérica.

Ecología y distribución en el área de estudio: Según Molina (1996) se desarrolla en surgencias, arroyos y ríos con estiaje acusado, sobre sustratos pobres en bases y ricos en materia orgánica. Neto (2002) sitúa a esta comunidad en cursos de agua que discurren sobre suelos ácidos, e insiste en el carácter nitrófilo de la misma, por lixiviados a las aguas procedentes de actividades de origen antrópico.

En el territorio tan sólo se ha constatado la presencia de esta comunidad, en un punto perteneciente a la cabecera de los Sotos, en la finca de los Mimbrales del Parque Nacional que se encuentran en proceso de regeneración. Se trata de un pequeño arroyo de carácter temporal, que nace en las afueras del Parque Nacional en lugares dedicados en su mayoría a cultivos, luego es probable que las aguas contengan niveles altos de fertilizantes.

Pérez-Latorre & al. (2002) la citan en la cuenca del Guadiamar, presente en aguas meso-eutrofas y con cierta corriente. Estas berredas, según los autores, indican generalmente un intenso pastoreo o aportes de materia orgánica a las aguas.

Composición florística: Al tener tan sólo un inventario de la zona se transcribe a continuación:

Apium nodiflorum 5, *Nasturtium officinale* 1, *Lemna minor* 2, *Scirpoides holoschoenus* +, *Lythrum junceum* +, *Pulicaria paludosa* 1, *Callitriche obtusangula* +, *Phragmites australis* +, *Rumex crispus* 1, *Polypogon monspeliensis* 1, *Bolboschoenus glaucus* 1. (Inventario nº1614: Parque Nacional de Doñana, cabecera de los Sotos, Finca de Los Mimbrales. 23-V-2007).

Es un inventario donde no aparece *Glyceria declinata* especie característica de la asociación, luego se considera fraccionario de la misma.

Sintaxonomía: Comunidad descrita por Molina (1996) como muy frecuente en la mitad occidental peninsular donde sólo se ausenta en los pisos oro y criooromediterráneo. Se diferencia de *Helosciadetum nodiflori*, por tener ésta última preferencia por los sustratos ricos en bases y distribuirse en la parte oriental de la Península Ibérica, frente a la preferencia de *Glycerio declinatae-Apietum nodiflori* por los sustratos pobres en bases y ser edafovicaria de la anterior en la mitad occidental de la Península.

Rivas-Martínez & al. (1980) observan en Doñana fragmentos de *Helosciadetum nodiflori*, en aguas estancadas poco profundas y ricas en materia orgánica, pero no aportan ningún inventario, ya que reconocen que sólo la han observado de manera fragmentaria.

Situación en el paisaje: Valle (2003) y Salazar & Valle (2005), incluyen a esta comunidad en muchas de las series edafohigrófilas sobre sustratos silicícolas de Andalucía, entre ellas, en la serie edafohigrófila cuya etapa madura es la suceda de *Viti viniferae-Salicetum atrocinnereae*. Según estos autores contacta con comunidades de *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris* y *Typho angustifoliae-Phragmitetum australis* cuando el periodo de inundación se prolonga, y con juncales hidrófilos dominados por *Juncus effusus* o *Juncus acutus* cuando el periodo de inundación es menor.

Neto (2002) cita la comunidad de *Helosciadetum nodiflori* en arroyos del distrito Sadense, considerando que esta comunidad presenta carácter permanente si los niveles de eutrofización persisten, pero si estos remiten es sustituida por comunidades de *Glycerio declinatae-Oenanthetum crocatae*.

Pérez-Latorre & al. (2002) la sitúan contactando con comunidades de *Paspalo-Polygonetum viridis* que se desarrollan en las orillas fangosas de arroyos nitrificados.

Grado de protección: No se contempla la protección de esta comunidad en la Directiva Hábitat (Real Decreto 1997/1995).

6c. *Magnocaricetalia*

Comunidades dominadas por juncáceas y ciperáceas de gran talla creciendo en aguas dulces.

6.3. *Magnocaricion elatae*

Comunidades de zonas pantanosas, lagos y riberas con distribución eurosiberiana y mediterránea.

6.3.1. *Cladietum marisci* Zobrist 1935

Fisionomía y estructura: Comunidad integrada por helófitos de gran talla, formando masas densas prácticamente monoespecíficas de *Cladium mariscus*.

Distribución mundial: Centroeuropea, atlántica y mediterránea (Rivas-Martínez & al., 1980).

Ecología y distribución en el área de estudio: Rivas-Martínez & al. (1980) dan esta comunidad como abundante en los arroyos de la Rocina, en aguas meso-oligotrófas dulciacuícolas. De las Heras (2007) la cita de nuevo en el arroyo de la Rocina, formando masas prácticamente monoespecíficas, bajo las cuales el suelo tiende a turberizarse.

En el área de estudio se ha detectado en la Laguna del Acebuche, laguna que como se ha comentado con anterioridad es regulada de manera artificial. Esta regulación permite que esta zona húmeda no esté sometida al estrés hídrico propio del resto de humedales del territorio, presentándose un mayor desarrollo de las comunidades de *Phragmito-Magnocaricetea*.

Composición florística: Se transcriben a continuación los inventarios realizados:

Cladium mariscus 5, *Lythrum salicaria* +. (Inventario nº 1656: Laguna del Acebuche. 29SQB1603. 8-VI-2007).

Cladium mariscus 5 *Typha angustifolia* +. (Inventario nº 1669: Laguna del Acebuche. 29SQB1603. 8-VI-2007).

Sintaxonomía: Descrita por Zobrist 1935 y citada en Doñana por Rivas-Martínez & al. (1980).

Situación en el paisaje: En la Laguna del Acebuche se encuentra contactando con espadañales perteneciente a comunidades de *Typho-Phragmitetum australis*.

Rivas-Martínez & al. (1980) y De las Heras (2007) la sitúan dentro de la serie higrófila del sauce atrocinéreo, cuya etapa madura corresponde a la comunidad de *Viti viniferae-Salicetum atrocinereae*.

Grado de protección: Hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Turberas calcáreas de Cladium mariscus y con especies del Caricion davallinae* (Real Decreto 1997/1995) código 7210 (Bartolomé & al., 2005).

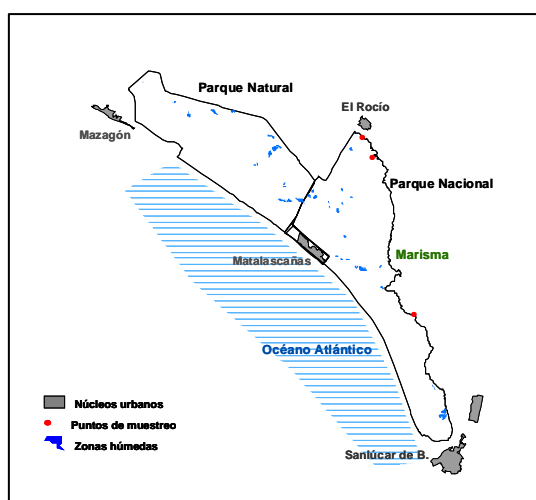
6.3.2. Irido pseudacori-Polygonetum serrulati O. Bolòs 1957

Fisionomía y estructura: Comunidad dominada por grandes helófitos, formando masas muy densas que alcanza una cobertura del 100% en todos los inventarios realizados.

Distribución mundial: Parte oriental de la Península Ibérica, sobre todo a bajas altitudes. Se ha citado principalmente en el levante ibérico, en algunos puntos del sur del litoral portugués, Islas Baleares y Prepirineo gerundense (Curcó i Masip, 2001).

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 26): Estas comunidades se presentan formando masas casi monoespecíficas muy densas, presentes en lagunas permanentes, arroyos o marisma de agua dulce en aguas sin corriente.

No es una comunidad frecuente en el área de estudio, su presencia se ha registrado en la desembocadura de los sotos en la marisma, donde forma grandes poblaciones acompañadas por *Sparganium erectum*; en la marisma de agua dulce, formando manchas aisladas muy densas; y en la Laguna del Sopotón, de aguas permanentes. Es una comunidad que necesita largos periodos de inundación para su desarrollo, siendo este el motivo de su escasez en el área de estudio, estando relegada su presencia a los humedales donde las aguas permanecen durante más tiempo, incluso durante la época de estiaje.



Mapa 26. Distribución de las comunidades muestreadas de *Irido pseudacori-Polygonetum serrulati*

Composición florística: Se incluyen en esta comunidad tres inventarios (Tabla 20) dominados por la presencia del helófito *Iris pseudacorus*. La variabilidad florística es baja, dado el denso tapiz que forma el lirio de agua; en ocasiones lo acompañan otras especies características de *Phragmito-Magnocaricetea* ligadas a lugares donde la inundación se prolonga durante gran parte del año como *Sparganium erectum*, *Lycopus europaeus*, *Phragmites australis* y por *Juncus effusus*, especie de junco de las más higrófilas presentes en el territorio, característica de *Molinio-Arrenatheretea*.

Sintaxonomía: Al ser masas monoespecíficas y no tener muchos inventarios, es difícil su adscripción a alguna de las comunidades ya descritas. Díaz-González & Fernández-Prieto (1994) describen la comunidad *Irido pseudacori-Caricetum lusitanicae* en Asturias, como una comunidad sobre sustratos silíceos de distribución cántabro-atlántica ibérica, desarrollada sobre suelos oligotrofos higróturbosos y con fuerte presencia del cárice *Carex paniculata* subsp. *lusitanica*.

Molina (1996), en su revisión sobre la clase *Phragmito-Magnocaricetea* de la Península Ibérica, aporta tan sólo un inventario realizado en Portugal (Beira litoral), y define esta comunidad como una asociación termófila y dulceacuícola que se desarrolla en bordes de acequias y charcas.

Curcó i Masip (2001) citan la comunidad *Irido pseudacori-Polygonetum serrulati* descrita por Braun-Blanquet & Bolós (1957) en el valle del Ebro, como una asociación termófila dominada por *Iris pseudacorus* acompañado de algunos taxones de distribución meridional como *Polyogon salicifolium* o *Galium palustre* subsp. *elongatum* y que se encuentra colonizando los canales de irrigación, las lagunas de agua dulce y los ullals (formaciones presente en el Ebro, que se definen como salidas de aguas subterráneas proveniente de las descargas de montañas aledañas).

De las asociaciones descritas, se ha decidido adscribir los inventarios del área de estudio a la asociación *Irido pseudacori-Polygonetum serrulati* por el carácter termófilo de la comunidad y por la presencia en el cortejo florístico de elementos que, aunque ausentes de

los inventarios, están presentes en el territorio. No obstante la comunidad en el territorio se presenta de manera fragmentaria.

Situación en el paisaje: Según Curcó i Masip (2001) esta comunidad contacta con comunidades de *Phragmition australis* hacia biotopos más inundados y con otras asociaciones de *Magnocaricion elatae* o de *Plantaginetalia minoris* hacia las zonas de suelos más secos.

En el área de estudio se ha registrado en aguas abiertas poco profundas, como en los bordes de la Laguna del Sopotón o en la marisma madre, donde se forman manchas aisladas en los lugares donde la inundación perdura durante más tiempo; o en contacto con comunidades de *Typho angustifoliae-Phragmitetum australis*, propias de lugares donde el periodo de inundación es menor, en el caso de los inventarios realizados en los Sotos y en la Retuerta.

Grado de protección: No se contempla la protección de esta comunidad en la Directiva Hábitat (Real Decreto 1997/1995).

6.4. *Caricion broterianae*

6.4.1. *Caricetum pseudocypero-lusitanicae* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Rivas-Martínez & al. (1980) describen la comunidad de *Caricetum pseudocypero-lusitanicae* en el arroyo de la Rocina, como una asociación dominada por cárices, masiegas y carrizos sobre suelos higroturbosos meso-oligotrofos, en las márgenes de los ríos y remansos de ríos con aguas casi permanentes. La especie característica de la comunidad es *Carex paniculata* subsp. *lusitanica* acompañada por *Carex pseudocyperus*, *Cladium mariscus* y *Thelypteris palustris*.

En el área de estudio no se ha registrado dicha comunidad, la entidad de los arroyos presentes, hoy en día en regeneración, no es la idónea para el desarrollo de esta asociación. En algunos de los inventarios pertenecientes a las saucedas, que crecen en estos sotos, sí se han registrado valores de cobertura altos de *Carex paniculata* subsp. *lusitanica* (Tabla 50: inventarios 3 y 4). Podrían considerarse estos inventarios como lugares potenciales de la comunidad descrita por Rivas-Martínez & al. (1980) en la Rocina, que tras la regeneración de los Sotos lleguen a estructurarse y enriquecerse con taxones más exigentes en el periodo de inundación como *Cladium mariscus* y *Carex pseudocyperus*.

6d. *Scirpetalia compacti*

Comunidades dominadas por ciperáceas y gramínoideas en aguas salobres.

6.5. *Scirpion compacti*

Alianza única.

6.5.1. *Scirpetum compacto-litoralis* (Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952) O. Bolòs 1962 corr. Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Comunidad de helófitos de gran talla de exigencias halófilas y pobre en especies, que se desarrollan en muchos de los canales, cauces, lucios y zonas inundadas de la marisma. Su óptimo se sitúa en los suelos limosos y arcillosos salinos de la marisma, cubiertos temporalmente por una mezcla de aguas dulces y saladas (Rivas-Martínez & al., 1980). Costa & al. (1996) matizan que puede permanecer varios meses emergida a pesar de sus exigencias hídricas, aunque no resiste periodos de sequía prolongados en la época estival, dejando paso en estos casos, al desarrollo de comunidades propias de *Arthrocnemion glauci*.

En el área de estudio no se presenta esta comunidad, dada su afinidad por el ecosistema de la marisma, excluido del área de estudio del presente trabajo. Sin embargo como se ha muestreado en los ecotonos, se realizó un inventario de esta comunidad en el Lucio del Caballero que se transcribe a continuación:

Bolboschoenus maritimus 3, *Schoenoplectus litoralis* 5, *Phragmites australis* 2. (Inventario nº 1676. Parque Nacional de Doñana, Lucio del Caballero. 7-VI-2007).

Rivas-Martínez & al. (1980) reconocen en Doñana además de la subasociación típica *scirpetosum littoralis*, la subasociación *typhetum dominguensis* propia de aguas más profundas y por tanto de suelo menos salobre. Estos autores integran esta comunidad en un complejo mosaico formado por las siguientes asociaciones: *Scirpetum compacto-litoralis*, *Ruppium drepanensis*, *Suaedo splendentis-Salicornietum patulae*, *Arthrocnemo glauci-Juncetum subulati*, *Parapholido incurvae-Frankenietum pulverulentae*. Costa & al. (1996) añaden a este mosaico otras dos comunidades *Polygono equisetiformis-Tamaricetum africanae* y *Polygono equisetiformis-Juncetum maritimi*, como las asociaciones más complejas de la serie donde integran esta comunidad, en el estudio que realizan en la Ría de Faro.

La variedad de *Bolboschoenus maritimus* que predomina en estos medios más salinos es la variedad *compactus*, de inflorescencia compacta, frente a la inflorescencia pedunculada de *Bolboschoenus maritimus* var. *maritimus* (Molina, 1996).

La distribución abarca gran parte del litoral mediterráneo occidental y atlántico, además de humedales salinos del centro de la Península Ibérica (Curó i Masip, 2001). Según el mismo autor contacta con comunidades de *Potametea* y *Ruppiaetea*, en suelos inundados, y hacia suelos más secos con comunidades de *Juncetea maritimi* y *Arthrocnemetalia fructicosi*.

7. *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*

Comunidades presentes en turberas y ciénagas dominadas por pequeñas juncáceas y briófitos de zonas frías holárticas.

7a. *Caricetalia fuscae*

Comunidades sobre suelos turbosos, tanto oligotrofos como ricos en minerales.

7.1. *Anagallido tenellae-Juncion bulbosi*

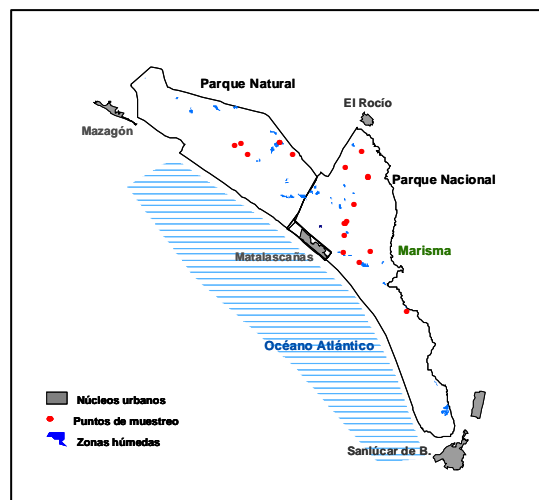
Comunidades de distribución atlántica, de clima oceánico de termo a mesotemplado.

7.1.1. *Anagallido tenellae-Juncetum bulbosi* Br.-Bl. 1967

Fisionomía y estructura: Pastizales de pequeño porte dominados por vivaces (hemicriptófitos y geófitos) formando pequeñas manchas muy densas donde la cobertura varía entre el 75% y 100%.

Distribución mundial: Asociación turbícola atlántico oceánica (Lence & al., 2002).

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 27): Zonas temporalmente inundadas de carácter higroturboso y difícil drenaje, sobre suelos oligotrofos higroturbosos, con nivel freático elevado. Es frecuente en el área de estudio en lagunas temporales sobre suelos de hidromorfismo acusado, sobre todo en la zona de arenas estabilizadas y en las orillas de lagunas permanentes.



Mapa 27. Distribución de las comunidades muestreadas de *Anagallido tenellae-Juncetum bulbosi*.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=10,8$ ($\max=29$ y $\min=3$) y su diversidad media es de $H'=3,06$ ($\max=4,7$ y $\min=1,41$) (Tabla 21). Las especies características son *Anagallis tenella* y *Juncus bulbosus* acompañadas por otros taxones como *Hydrocotyle vulgaris*, *Hypericum elodes*, *Lobelia urens* y *Eleocharis multicaulis*, de carácter atlántico y preferencia por suelos higroturbosos. Son también frecuentes las especies características de la clase *Isoeto-Nanojunceta* como *Mentha pulegium*, *Baldellia ranunculoides* e *Isolepis cernua*. Por último como en muchas de las comunidades ligadas a charcas temporales son muy abundantes las gramíneas vivaces como *Agrostis stolonifera*, *Panicum repens* y *Cynodon dactylon* en vasos lagunares sujetos a un intenso pisoteo por parte de los herbívoros.

Sintaxonomía: Comunidad descrita por Braun-Blanquet (1967) para el norte de España como una asociación de pequeñas plantas vivaces atlánticas que habitan en los lodos inundados temporalmente, y con una composición florística formada por *Anagallis tenella*, *Eleocharis multicaulis*, *Hypericum elodes*, *Pinguicula lusitanica*, *Scutellaria minor* y *Whalenbergia hederacea* (Pérez Latorre & al., 1999b). Ha sido citada por primera vez en la comarca de Doñana por De las Heras (2007).

Ha sido citada en territorios próximos como en el Parque Natural de los Alcornocales (Pérez Latorre & al., 1999b) incluyéndola éstos autores en la clase *Isoeto-Littorelletea*, probablemente por la alta presencia de especies pertenecientes a dicha clase en los inventarios realizados en este trabajo.

Díaz-González & Fernández-Prieto (1994) proponen que las comunidades de la alianza *Anagallido-Juncion bulbosi* deben agruparse junto con las turberas oligotróficas, bajas boreales, alpinocentroeuropeas y de las altas montañas mediterráneas del orden *Caricetalia fuscatae* dentro de la alianza *Caricion fuscatae* de la clase *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*.

Rivas-Martínez & al. (2001) la incluyen en la alianza *Anagallido tenellae-Juncion bulbosi* perteneciente al orden *Caricetalia fuscatae* de la clase *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*. Las especies que caracterizan a dicha alianza son *Agrostis hesperica* Romero García, Blanca & Morales Torres, *Anagallis tenella*, *Arnica montana* subsp. *atlantica* A. Bolòs, *Carex trinervis*, *Pinguicula lusitanica*, *Wahlenbergia hederacea*. En el presente trabajo se ha designado ésta posición sintaxonómica, ya que la comunidad crece sobre suelos oligotrofos y turbosos, ricos en minerales. Habría que ampliar el areal de la alianza *Anagallido tenellae-Juncion bulbosi* a zonas termomediterráneas con influencia atlántica, ya que tanto las localidades donde la citan Pérez Latorre & al. (1999b) y De las Heras (2007), como las citadas en este estudio, se encuentran en el piso bioclimático termomediterráneo.

Lence & al. (2002) citan a esta comunidad turbícola oceánico-atlántica en las turberas de la cordillera cantábrica, presente en los termotipos meso y supratemplado. En las tablas de inventarios que aportan estos autores son frecuentes los elementos atlánticos y taxones ligados a zonas de alta montaña como *Parnassia palustris* L., *Carex echinata* Murray, *Carex lepidocarpa* Tausch, *Carex canescens* L. y *Wahlenbergia hederacea*. Estas especies están ausentes en los inventarios realizados en el territorio donde son más abundantes especies como *Juncus bulbosus*, *Hypericum elodes* y *Eleocharis multicaulis*.

Las turberas presentes en el área de estudio, son refugio de taxones atlánticos, cuya presencia hoy en día en territorios como Doñana depende de la existencia de estos humedales, donde el hidromorfismo acusado les permite sobrevivir en zonas donde el clima les es desfavorable. Este hecho les imprime a las comunidades que se desarrollan bajo estas condiciones unas características particulares, que las diferencian florísticamente, de las presentes en el norte de la Península y de Europa.

Lence & al. (2002) reconocen en su estudio la subasociación *juncetum acutiflori* descrita por Braun-Blanquet. En los inventarios de esta comunidad realizados en el presente estudio, aparece *Juncus acutiflorus* en tan sólo uno de ellos (Tabla 21: inventario 1), inventario que podría adscribirse a dicha subasociación.

Además, estos autores reconocen una variante de la asociación en los suelos encharcados de nivel fluctuante, donde *Baldellia ranunculoides* y *Veronica scutellata* son las especies diferenciales, que interpretan como transicional hacia las comunidades de *Isoeto-Littorelletea*. Algunos de los inventarios realizados en el área de estudio (Tabla 21: inventarios 1, 5, 6, 9 y 13) se pueden considerar como pertenecientes a esta variante por la presencia de *Baldellia ranunculoides*. En estos inventarios son también abundantes los elementos de *Isoeto-Littorelletea* como *Eleocharis multicaulis* e *Hypericum elodes*, que

refuerzan la condición de inventarios transaccionales hacia esta clase. Esta característica es común a los inventarios presentados por De las Heras (2007) realizados en el entorno de Doñana.

Situación en el paisaje: Estos pequeños pastizales de vivaces contactan en el territorio con comunidades típicas de lugares higróturbosos como *Hyperico elodis-Potametum oblongi* cuando el periodo de inundación es mayor, y cuando es menor con los juncales de *Junco emmanuelis-Eleocharitetum multicaulis*. Estas comunidades se incluirían en el complejo de los brezales higrófilos de *Erico ciliaris-Ulicetum minoris*.

Según De las Heras (2007) estas comunidades contactan con pastizales de *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*.

Lence & al. (2002) indican que estos pequeños juncales pueden contactar con comunidades de brezales de *Calluno-Sphagnetum capillifolii*, *Erico tetralicis-Trichoophoretum germanici* y con comunidades turfófilas pioneras de *Eriophorum latifolium*.

Grado de protección: No se contempla la protección de esta comunidad en la Directiva Hábitat (Real Decreto 1997/1995).

III. VEGETACIÓN LITORAL Y HALÓFILA

IIIA. VEGETACIÓN DE DUNAS COSTERAS

8. *Ammophiletea*

Comunidades de dunas costeras de distribución mediterránea y atlántica, dominadas por pastizales pioneros de especies perennes-rizomatosas y caméfitos.

8a. *Ammophiletalia*

Comunidades de dunas móviles, dominadas por pastizales pioneros de especies perennes-rizomatosas y caméfitos.

8.1. *Ammophilion australis*

Dunas costeras interiores.

8.1a. *Ammophilenion australis*

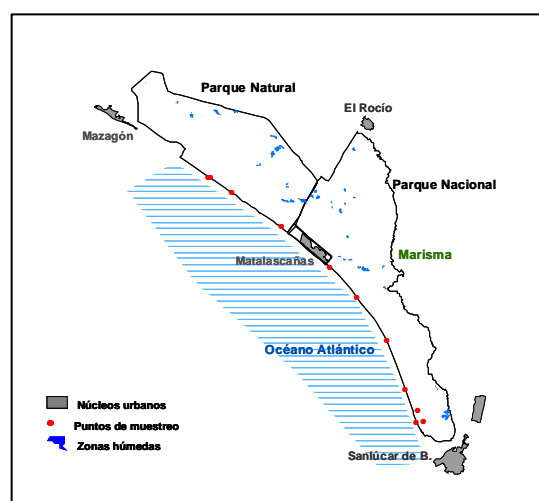
Con distribución mediterránea y Cantábrico-Atlántica.

8.1.1. *Loto cretici-Ammophiletum australis* (Rivas-Goday & Rivas-Martínez 1959) Rivas Martínez 1965 corr. Rivas-Martínez, T.E. Díaz, Fernández-González, & J.C. Costa 1990

Fisionomía y estructura: Comunidad vivaz caracterizada por la gramínea cespitosa *Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea* denominada barrón. Es una comunidad poco densa donde la cobertura varía entre un 30% y un 80%.

Distribución mundial: Mediterráneo occidental, costas de la Península Ibérica y norte de Marruecos (Costa & al., 2000).

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 28): Las comunidades de barrón crecen en las crestas de dunas embrionarias, ayudando a fijar las arenas móviles, se sitúa entre las comunidades de primera línea de playa y los matorrales bajos de las primeras depresiones dunares. En la zona de estudio esta comunidad es muy frecuente en el tren de dunas móviles del Parque Nacional, donde se forman extensos cordones de *Ammophila australis* subsp. *arundinacea* paralelos a la línea de costa, coronando las dunas embrionarias de los



Mapa 28. Distribución de las comunidades muestreadas de *Loto cretici-Ammophiletum australis*.

primeros frentes dunares. Estas comunidades están mal representadas en el Parque Natural, ya que el acantilado arenoso del Asperillo frena el movimiento de las arenas y apenas existen cordones de dunas móviles, sin embargo sí existen algunas zonas donde se ha reactivado el movimiento de las arenas, dando lugar a dunas vivas en las zonas altas del acantilado, que están siendo colonizadas por el barrón.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=10,1$ ($\max=16$ y $\min=6$) y su diversidad media es de $H'=3,12$ ($\max=3,92$ y $\min=2,42$) (Tabla 22). Son comunidades dominadas por *Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea* y *Lotus creticus* acompañados de algunos terófitos efímeros y hemicriptófitos, que resisten las duras condiciones de movilidad del sustrato y embate del viento marino cargado de sales. Las cepas de *Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea* dan lugar a densas formaciones que atrapan las partículas de arena movilizadas por el viento comenzando así la estabilización de la misma.

Hay que destacar la presencia de *Plantago macrorrhiza* que sólo se ha registrado en los inventarios realizados en el Parque Natural, donde las arenas son menos móviles y el nivel de humedad del suelo es mayor. Esta especie se comporta como primocolonizadora de los derrumbes arenosos procedentes del acantilado o bien de las paredes verticales del mismo.

Sintaxonomía: Comunidad descrita por Rivas-Goday & Rivas-Martínez (1959) bajo el nombre de *Ammophiletum arundinaceae* subass. *lotetosum cretici* para la zona de levante, más tarde Rivas-Martínez (1965) cambia el nombre de la comunidad a *Loto-Ammophiletum*, reconociendo el nombre anterior como sinónimo y ampliando el areal de la asociación, dando una distribución para el syntaxón desde las playas de Tarragona hasta las de Cádiz.

Rivas-Martínez & al. (1990) citan la comunidad de *Otantho-Ammophiletum arundinaceae*, en la costa del sur de Portugal, como la única comunidad dominada por *Ammophila arenaria* presente en este litoral. La dan como una comunidad de distribución ibérica occidental, que se extiende desde el País Vasco hasta la costa de Tarifa. Estos autores reconocen la subasociación *lotetosum cretici*, como un syntaxón que marca tanto el comienzo de la región mediterránea, como el del piso termomediterráneo en el litoral occidental.

Varios trabajos posteriores, realizados en el litoral portugués (Costa & al., 1996; Costa & al., 2000; Neto, 2002) dan como asociación fijadora de las crestas de dunas móviles a *Loto cretici-Ammophiletum australis*, incluso cuando en los inventarios aparece *Otanthus maritimus* como un taxón frecuente. Costa & al. (2000) reconocen en su trabajo sobre la vegetación de las dunas móviles del sector Divisorio Portugués, las dos asociaciones (*Loto cretici-Ammophiletum australis* y *Otantho-Ammophiletum arundinaceae*) como típicas de la cresta de dunas, aclarando que la diferencia entre ambas es la mayor cobertura de *Lotus creticus* y el área de distribución de las mismas siendo, *Loto cretici-Ammophiletum australis* característica de las costas mediterráneas de Marruecos y la Península Ibérica (desde Cádiz hasta Praia de Areia Branca) y la distribución de *Otantho-Ammophiletum arundinaceae* desde la costa del País Vasco hasta Peniche. Esta distribución de *Otantho-Ammophiletum arundinaceae* no coincide con la registrada en el litoral onubense, ya que la comunidad ha sido recientemente citada por De las Heras (2007) en Mazagón, luego sería

más correcto atribuirle una distribución que incluya las costas Tingitana, Gaditano-onubo-algarviense, y Galaico-portuguesas.

Costa & al. (1996) reconocen la subasociación *artemisetosum* como ecotónica entre los matorrales de *Artemisia crithmifoliae-Armerietum pungentis* y las dunas móviles con las que contactan. Las especies diferenciales, que la distinguen de la subasociación típica *lotetosum cretici*, son *Artemisia crithmifolia*, *Armeria pungens* y *Crucianella maritima*. En la tabla de inventarios de esta comunidad (Tabla 22) podrían corresponder a esta situación ecotónica los inventarios 1, 2, 6 y 7, en los que se han registrado alguna de las especies diferenciales.

Situación en el paisaje: Las comunidades de *Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea*, contactan con los pastizales de playa pertenecientes a *Euphorbio paraliae-Agropyretum junceiformis* y hacia el interior del sistema de dunas, con los matorrales de las primeras depresiones interdunares de *Artemisia crithmifoliae-Armerietum pungentis*. Se situaría así como una de las primeras comunidades que conforman la geoserie del sistema de dunas móviles, cuya etapa más compleja es el enebral marítimo.

Grado de protección: Hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Dunas móviles del litoral con Ammophila arenaria (dunas blancas)* (Real Decreto 1997/1995) código 2120 (Bartolomé & al., 2005).

8.1.2. Otantho maritimi-Ammophiletum australis Géhu & Tüxen 1975 corr. Rivas-Martínez, Lousã, T.E. Díaz, Fernández-González & J.C. Costa 1990

La comunidad citada por Rivas-Martínez & al. (1980) como fijadora de las primeras dunas móviles en Doñana es *Otantho maritimi-Ammophiletum australis*, siendo *Otanthus maritimus* un taxón frecuente en los inventarios que aportan estos autores de la comunidad en el tren de dunas móviles. En la actualidad este taxón está prácticamente ausente en las comunidades dominadas por *Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea* en el área de estudio. Estos cambios en la composición florística, son reflejo de los cambios producidos por la dinámica litoral en estos últimos años, en la que parecen predominar los procesos erosivos. Esta dinámica ha debido modelar el paisaje eliminando las dunas bajas embrionarias, lugares típicos de la asociación *Otantho maritimi-Ammophiletum australis* y dando lugar a la formación de dunas embrionarias altas, de relieve más abrupto donde domina *Lotus creticus* como acompañante de *Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea* y desaparece *Otanthus maritimus*. En la actualidad las dunas móviles del Parque Nacional son altas y las mareas vivas llegan casi hasta el límite de las mismas, hecho que se ve reforzado por la escasa representación que tienen en la zona las comunidades de *Euphorbio paraliae-Agropyretum junceiformis*, no pudiéndose desarrollar a causa del continuo embate de las mareas.

Por tanto, los inventarios realizados en las dunas embrionarias del tren de dunas del Parque Nacional, se han adscrito en el presente trabajo a la comunidad de *Loto cretici-Ammophiletum australis*, no reconociendo la existencia en la actualidad de las comunidades de *Otantho maritimi-Ammophiletum australis* en la zona de estudio.

Fuera del área de estudio, en el sector occidental del litoral onubense, se ha observado como comunidad frecuente en las dunas embrionarias desde Punta Umbría hasta Ayamonte. Ha sido citada por De las Heras (2007) en la playa de Mazagón, donde parece estar el límite oriental de la comunidad en el litoral onubense, que coincide con el comienzo del territorio de estudio.

8.2. *Agropyro-Minuartion peploidis*

Comunidades de plataforma llana costera.

8.2a. *Agropyro-Minuartienion peploidis*

De distribución atlántica, del litoral Lusitano-Andaluz y Tingitano.

8.2.1. *Euphorbia paraliae-Agropyretum junceiformis* Tüxen in Br.-Bl. & Tüxen 1952 corr. Darimont, Duvigneaud & Lambinon 1962

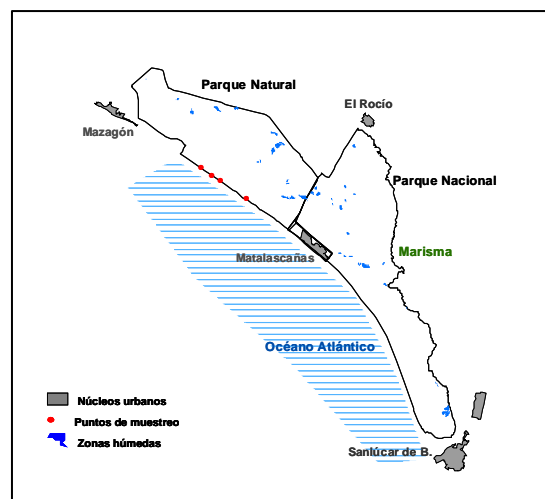
Fisionomía y estructura: Comunidad halopsamófila, pobre en especies, dominada por caméfitos y hemicriptófitos. Son pastizales muy ralos en los que la cobertura varía entre el 60% y el 35%.

Distribución mundial: Extendida por gran parte de las costas atlánticas europeas, desde el sur de las Islas Británicas hasta las de Normandía y las de Tarifa y hacia el sur por las costas atlánticas de Marruecos (Costa & al., 1996).

Ecología y distribución en el área de estudio

(Mapa 29): Se desarrolla sobre las dunas embrionarias próximas al límite superior de las mareas (Rivas-Martínez & al., 1980). En el territorio se ha localizado en las playas del Asperillo, no habiéndose detectado su presencia en las del Parque Nacional, donde ya Rivas-Martínez & al. (1980) indicaron su escasa frecuencia. Sí se ha registrado la presencia de las especies características de esta asociación -*Elymus farctus* subsp. *boreali-atlanticus* y *Euphorbia paralias*- a lo largo del tren de dunas móviles del Parque Nacional, como especies acompañantes de las comunidades dominadas por el barrón.

Rivas-Martínez & al. (1980) indican que el motivo de su ausencia en este lugar, se debe a que la comunidad se encuentra en su límite meridional, ya que estos autores no reconocen la distribución de la comunidad en las costas de Marruecos. En trabajos posteriores se ha citado la comunidad en varios puntos del litoral onubense y de la costa lusa (Rivas-Martínez & al., 1990; Costa & al., 1996; Costa & al., 2000; Neto, 2002), además de ampliar su distribución a las costas de Marruecos, como ya indican Costa & al. (1996). Por



Mapa 29. Distribución de las comunidades muestreadas de *Euphorbia paraliae-Agropyretum junceiformis*.

tanto la causa de su escasa presencia en Doñana no puede deberse a que se encuentre en su límite de distribución.

Neto (2002) define el hábitat óptimo de esta comunidad en las zonas altas y en especial las más planas de la playa, que están sometidas de manera regular a inundación por las tempestades. La escasa cobertura de la comunidad permite que las partículas de arena puedan ser transportadas entre los individuos, no actuando como fijadores de sustrato como el barrón. Este autor indica que en las playas en regresión o en las que dominan los procesos de erosión, estas comunidades desaparecen y dan paso a las dominadas por *Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea*. Teniendo en cuenta las indicaciones de este autor, la ausencia de esta comunidad en el Parque Nacional de Doñana es más bien, una cuestión de falta de hábitat disponible, como ya se ha comentado en la descripción de la comunidad anterior.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=8$ (max=11 y min=6) y su diversidad media es de $H'=2,74$ (max=3,24 y min=2,34) (Tabla 23). Pastizales caracterizados por la alta presencia de *Elymus farctus* subsp. *boreali-atlanticus* acompañado por varias especies propias de las arenas móviles cercanas a la playa, como *Pancreatium maritimum*, *Eryngium maritimum*, *Euphorbia paralias* y *Polygonum maritimum*. Es una comunidad pobre en especies dado el medio tan adverso en el que se desarrolla, donde la alta movilidad del sustrato, el viento cargado de sales y el elevado pH del suelo, cercano a 9 debido a las inundaciones periódicas por agua del mar (Neto, 2002), hacen difícil un nivel de diversidad mayor.

Sintaxonomía: Comunidad citada en Doñana por primera vez por Rivas-Martínez & al. (1980). Costa & al. (1996) reconocen en la costa algarviense una subasociación caracterizada por la presencia de *Otanthus maritimus*, que se instala en los lugares donde la acción erosiva del mar o del viento destruyen los primeros sistemas de dunas móviles dominados por *Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea*. Neto (2002) reconoce en el distrito Sadense la asociación *linarietosum lamarckii* en el mismo hábitat descrito por Costa & al. (1996).

Rivas-Martínez & al. (1990), reconocen la existencia de cuatro subasociaciones de esta comunidad, *honkenyetosum peploidis* y *crithmetosum maritimi*, presentes en las costas ibéricas cántabro-atlánticas; y *ammophiletosum* y *otanthetosum maritimi* de distribución mediterráneo-atlántica.

Situación en el paisaje: Estas comunidades contactan con las de *Loto cretici-Ammophiletum australis* hacia el interior, donde las dunas son más altas, se suavizan los niveles de pH y las inundaciones no tienen lugar. Hacia la playa contacta con las comunidades de *Salsolo kali-Cakiletum aegyptiacae*, que se desarrollan en la línea de marea donde hay un gran aporte de materia orgánica.

Grado de protección: Hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Dunas móviles embrionarias* (Real Decreto 1997/1995) código 2110 (Bartolomé & al., 2005).

8b. *Crucianelletalia maritimae*

Comunidades de los corrales situados entre los primeros frentes dunares.

8.3. *Helichryson picardii*

De distribución en la costa ibero-atlántica.

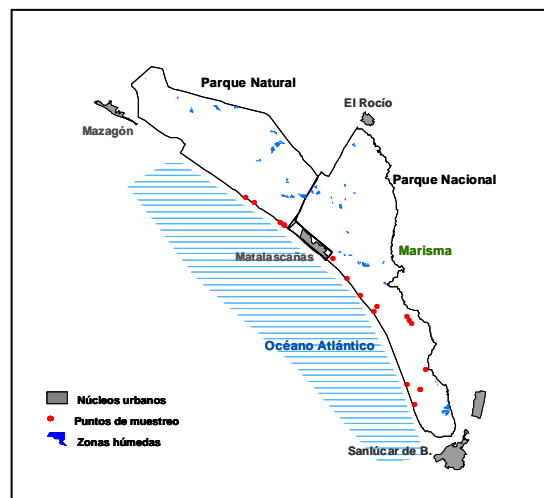
8.3.1. *Artemisio crithmifoliae-Armerietum pungentis* Rivas-Goday & Rivas-Martínez 1958

Fisionomía y estructura: Comunidad formada por caméfitos, acompañados de terófitos pamófilos efímeros. Presenta un aspecto de matorral bajo, no muy denso, variando su cobertura desde el 25% hasta el 65%.

Distribución mundial: Costa ibero-atlántica.

Ecología y distribución en el área de estudio

(Mapa 30): Esta comunidad es característica de las primeras depresiones interdunares que no presentan encharcamiento temporal ni suelos húmedos, y de crestas de pequeñas dunas ya fijas. En estos lugares la intensidad del viento disminuye, permitiendo la estabilización del sustrato, y la acumulación de materia orgánica. Aún así la pobreza de los suelos y la influencia fuerte del viento no permite el desarrollo de una vegetación más compleja.



Mapa 30. Distribución de las comunidades muestreadas de *Artemisio crithmifoliae-Armerietum pungentis*.

En el área de estudio se encuentra ampliamente distribuida a lo largo del tren de dunas móviles del Parque Nacional. En el Parque Natural es más escasa ya que al estar el acantilado arenoso del Asperillo la formación de tren de dunas no existe y las comunidades ligadas a estos hábitats están fraccionadas y mal representadas (Tabla 23: inventarios: 10, 11, 17 y 18), sobre todo en lo que respecta a la presencia de *Artemisia crithmifolia*.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=13,7$ (max=22 y min=9) y su diversidad media es de $H'=3,6$ (max=4,34 y min=2,97) (Tabla 24). Las especies que la caracterizan son *Armeria pungens*, *Artemisia crithmifolia* y *Helichrysum picardii*, siendo *Corynephorus canescens* la especie herbácea más frecuente en la mayoría de los inventarios realizados. Asociada a esta comunidad hay que destacar la presencia de *Linaria tursica* y *Linaria pedunculata*, dos taxones no muy frecuentes en el área de estudio y de gran valor botánico. Existen dos inventarios donde el enebro marítimo (*Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa*) presenta una cobertura alta, este hecho es debido a que esta comunidad precede a los enebrales marítimos, luego comparten elementos florísticos, lo que aumenta la biodiversidad de estos inventarios.

En los inventarios realizados en la zona del Asperillo, aparecen especies como *Phragmites australis*, *Rosmarinus officinalis* y *Stauracanthus genistoidis* (Tabla 23: inventarios 17 y 18), que no aparecen en el resto de inventarios. Esto se debe, a que en esta zona las comunidades están mal representadas por no existir valles interdunares, apareciendo mezcladas con otras especies de matorral, propias de arenas estabilizadas, y con especies higrófitas que se desarrollan en las pequeñas lagunas de agua dulce presentes en los pies del acantilado.

Sintaxonomía: Comunidad descrita por Rivas-Goday & Rivas-Martínez (1959) con inventarios realizados en Punta Umbría e Isla Cristina y citada por primera vez en Doñana por Rivas-Martínez & al. (1980). En esta asociación, como ya apuntaron Rivas-Goday & Rivas-Martínez (1959) en la descripción de la comunidad, abundan los taxones de *Malcolmietalia* en los inventarios realizados más al interior, pastizales con los que contacta en ocasiones.

Costa & al. (1996) reconocen dos subasociaciones, *linarietosum lamarckii*, caracterizada por la presencia de *Linaria lamarckii* y *Thymus carnosus*; y la típica *armerietosum pungentis*, donde estas dos especies están ausentes. Los inventarios realizados en el área de estudio son más afines a la subasociación típica, ya que no se ha registrado la presencia en ninguno de ellos de las dos especies diferenciales de *linarietosum lamarckii*.

La distribución de la subasociación *linarietosum lamarckii* quedaría fuera del área de estudio, estando ligada su distribución en el litoral onubense a la distribución de *Thymus carnosus*, taxón que se presenta en puntos más occidentales del litoral como Punta Umbría y la Flecha del Rompido.

Situación en el paisaje: Esta comunidad es predecesora, como ya apuntaron Rivas-Martínez & al. (1980), de los enebrales marítimos, etapa madura del ecosistema de dunas móviles. Catenalmente contacta con las comunidades de barrón (*Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea*) características de las dunas móviles y con las que comparte elementos florísticos.

Costa & al. (1996) la consideran una comunidad casi permanente, indicando que la poca extensión de los corrales donde crece, no permite el desarrollo de una etapa madura como sería el sabinar.

Grado de protección: Hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Dunas costeras fijas con vegetación herbácea (dunas grises)* (Real Decreto 1997/1995) código 2130 (Bartolomé & al., 2005).

9. *Cakiletea maritima*

Comunidades pioneras de terófitos halo-nitrófilos de primera línea de playa y dunas costeras.

9a. *Cakiletalia integrifoliae*

Orden único.

9.1. *Cakilion maritima*

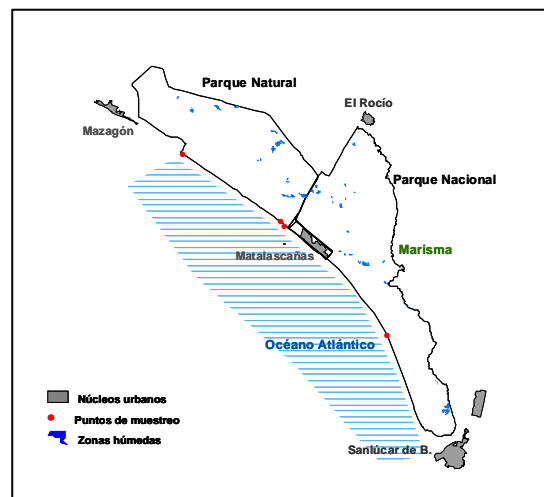
De distribución mediterránea y del litoral Lusitano-Andaluz.

9.1.1. *Salsolo kali-Cakiletum aegyptiacae* Costa & Mansanet 1981

Fisionomía y estructura: Comunidad dominada por terófitos halonitrófilos y psamófilos, a veces con hojas y tallos suculentos. De baja cobertura y pobre en especies.

Distribución mundial: Provincia Lusitano-Andaluza Litoral y sector Valenciano-Tarraconense (Costa & Mansanet, 1981).

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 31): Comunidades que se desarrollan formando una banda paralela al mar en el borde de las mareas, donde se depositan los residuos arrastrados por las mareas vivas y tempestades. Estas comunidades se instalan en los lugares más inestables de la playa donde, durante finales del otoño y principios de la primavera, la actividad marina moviliza grandes cantidades de arena, depositándolas en primera línea de playa. Estas condiciones imposibilitan el establecimiento de comunidades dominadas por especies vivaces, luego son colonizados por los terófitos, que sobreviven al periodo de inestabilidad en fase de semilla, germinando cuando se estabilizan las condiciones. En el área de estudio se presenta, sin llegar a estar muy extendida, a lo largo de toda la línea de playa incluida en el área de estudio, tanto en el Parque Natural como en el Parque Nacional.



Mapa 31. Distribución de las comunidades muestreadas de *Salsolo kali-Cakiletum aegyptiacae*.

De las Heras (2007) la cita en las playas de Mazagón, colindantes con el área de estudio.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=4$ (max=5 y min=3) y su diversidad media es de $H'=1,87$ (max=2,3 y min=1,38) (Tabla 25). Las especies que la caracterizan son *Cakile maritima* y *Salsola kali*, el cortejo es pobre y son especies también presentes en el resto de comunidades asociadas a la playa y dunas móviles.

Sintaxonomía: Comunidad descrita por Costa & Mansanet (1981) en las arenas nitrificadas de las playas del sector Valenciano-Tarraconense, ha sido citada en el litoral Gaditano-Algarviense en varios trabajos (Rivas-Martínez & al., 1990; Costa & al., 1996; Costa & al., 2000; Neto, 2002; De las Heras, 2007).

En el territorio, Rivas-Martínez & al. (1980) citan la comunidad de *Centaurea polycantha* y *Cakile aegyptiaca*, aportando algunos inventarios cuya ecología y especies corresponden a la asociación de *Salsolo kali-Cakiletum aegyptiacae*.

Situación en el paisaje: Esta comunidad contacta hacia el interior con las comunidades de dunas embrionarias de *Euphorbio paraliae-Agropyretum junceiformis* y con las de dunas móviles de *Loto cretici-Ammophiletum australis*.

Costa & Mansanet (1981) indican que esta comunidad puede presentarse en la primera banda o alternando, en posición secundaria, con el resto de comunidades dunares.

Grado de protección: No se contempla la protección de esta comunidad en la Directiva Hábitat (Real Decreto 1997/1995).

IIIB. VEGETACIÓN HALÓFILA COSTERA Y CONTINENTAL

10. *Crithmo-Staticetea*

Incluye comunidades casmofíticas costeras sobre acantilados y litosoles expuestos a la influencia del viento marino cargado de sales, bajo bioclima mediterráneo.

10a. *Crithmo-Limonietalia*

Orden único.

10.1. *Crithmo-Daucion halophili*

Comunidades presentes en el litoral Lusitano-Andaluz.

10.1.1. Comunidad de *Plantago macrorhiza*

Se incluye esta clase en el catálogo sintaxonómico del área de estudio, debido a la existencia de *Plantago macrorhiza* en el territorio. Este taxón se presenta asociado a las paredes del acantilado arenoso del Asperillo y a los derrumbes arenosos procedentes del mismo. El acantilado del Asperillo es de naturaleza arenosa, con escasa cohesión entre las arenas, ya que se ha formado por compactación de los sedimentos arenosos en ausencia de cementación alguna. Esto hace que sea muy vulnerable a los fenómenos de erosión, y como consecuencia, las paredes de dicho acantilado se caracterizan en algunos tramos por su acusada verticalidad y su exposición a los vientos cargados de sales. La única especie que crece en estas paredes es *Plantago macrorhiza*. Esta especie se comporta también como primocolonizadora de los depósitos arenosos por derrumbe del acantilado o bien por la presencia de pequeños conos de deyección por obturación de caños o pequeños arroyos.

La ausencia de otras especies características de esta clase como *Asteriscus maritimus*, *Crithmum maritimum* o *Limonium virgatum*, presentes en acantilados de piedra más resistentes a los fenómenos erosivos, hace que no se puedan adscribir estas comunidades de *Plantago macrorhiza* a ninguna de las asociaciones descritas, luego se considera una representación fragmentaria de las comunidades de la clase *Crithmo-Limonietea*.

11. *Saginetea maritimae*

Comunidades efímeras, costeras y de interior en marismas sin vegetación o degradadas.

11a. *Frankenietalia pulverulenta*

En hábitats halófilos del litoral o del interior en zonas con bioclima mediterráneo.

11.1. *Hordeion marini*

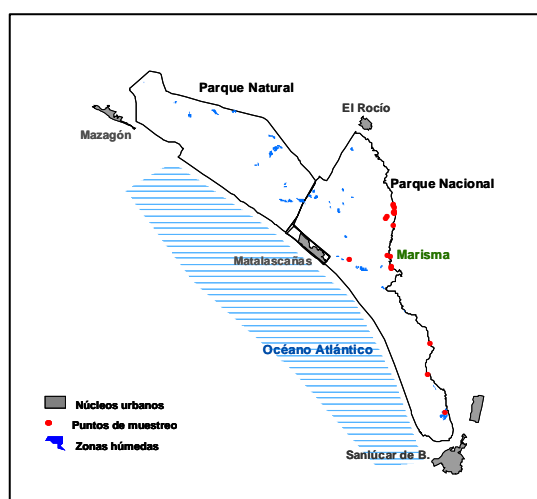
Comunidades en aguas salinas interiores ligeramente inundadas.

11.1.1. *Hainardio cylindricae-Lophochloetum hispidae* Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Fisionomía y estructura: Pastizales terofíticos de pequeña talla, siendo el rango de cobertura de un 70% a un 100%.

Distribución mundial: Distrito Onubense Litoral.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 32): Pastizales halonitrófilos dominados por terofitos de floración tardía. Se desarrollan sobre zonas húmedas salinas, con alto contenido en arcillas, llegando la comunidad al óptimo de su desarrollo cuando el suelo está ya cuarteado. Rivas-Martínez & al. (1980) la describen en Doñana, en la marisma medianamente salobre, sólo encharcada durante cortos periodos del año. Según estos autores al estar en los lugares más elevados de la marisma, queda emergida durante más tiempo, soportando un pastoreo intenso, que se traduce en una mayor nitrificación superficial.



Mapa 32. Distribución de las comunidades muestreadas de *Hainardio cylindricae-Lophochloetum hispidae*.

Su presencia en el área de estudio se encuentra relegada a las zonas de contacto entre la vera y la marisma, en pequeños huecos donde hay un mayor contenido en limos y en sales en la superficie del suelo. Esta mayor salinidad, y un periodo de inundación temporal, les permite a las especies características (*Hordeum marinum* y *Polypogon maritimus*) competir con especies que no toleran los medios halófilos.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=14,3$ ($\max=24$ y $\min=7$) y su diversidad media es de $H'=3,6$ ($\max=4,4$ y $\min=2,67$) (Tabla 26). Las especies que caracterizan esta comunidad son *Hordeum marinum* y *Polypogon maritimus* subsp. *maritimus*, acompañadas de un cortejo halófilo compuesto por especies como *Spergularia salina*, *Frankenia boissieri*, *Bupleurum semicompositum*, *Aeluropus littoralis*, *Beta maritima* o *Frankenia laevis*. Presenta taxones característicos de la comunidad *Trifolium resupinati-Caricetum chaetophyllae* con la que contacta, como *Cynodon dactylon*, *Trifolium resupinatum* y *Carex divisa*, y de la que se separa al enriquecerse la comunidad con elementos de carácter más halófilo por aumento del grado de salinidad. La presencia de especies como *Senecio jacobaea*, *Trifolium tomentosum*, *Rumex conglomeratus*, *Silybum marianum* y *Plantago coronopus*, indican la nitrificación y el pisoteo al que están sometidas estas comunidades. Presentan taxones propios de las comunidades de *Parapholi-Frankenetum pulverulentae* como *Spergularia salina*, *Parapholis incurva* y *Frankenia pulverulenta*.

Las especies características de la asociación *Lophocloa hispida* y *Hainardia cylindrica* están ausentes en los inventarios, pero el resto de taxones y sus abundancias relativas coincide con los presentes en la tabla descriptiva que aportan Rivas-Martínez & al. (1980). Estos autores describen la comunidad con muestreos realizados en el interior de la marisma medianamente salobre, los inventarios presentes por el contrario se realizaron en las zonas de contacto entre marisma y vera, siendo lógico la ausencia de los taxones más halófilos.

Se presenta un grupo de inventarios, (Tabla 26: inventarios 13, 14, 15, 16, 17 y 18) donde *Frankenia boissieri* es muy abundante, estos muestreos se realizaron en lagunas interiores con cierto grado de salinidad, como la Laguna de Taraje, en algunos charcones temporales cerca de la Laguna de los Hermanillos y en algunos puntos de la vera. Estos inventarios presentan una riqueza específica menor, estando ausentes especies como *Trifolium resupinatum*, muy abundante en el resto de inventarios, y presentándose otras como *Chenopodium chenopodioides* que son exclusivos de este conjunto de inventarios. Esta variante puede estar ligada a lugares de una humedad edáfica menor, ya que se reduce la presencia especies más exigentes en humedad como *Trifolium resupinatum*, *Ranunculus trilobus*, *Eleocharis palustris* y *Carex divisa*.

Sintaxonomía: Comunidad descrita por Rivas-Martínez & al. (1980) en Doñana, distinguiendo dos subasociaciones: la típica *lophocloetosum hispidae* y *trifolietosum ornithopodioidis*, ésta última considerada sinónima de la comunidad *Bupleuro-Trifolietum ornithopodioidis* descrita por Allier & Bresset (1975) en la vera. Los inventarios 1, 2 y 4 de la Tabla 26 podrían pertenecer a la subasociación *trifolietosum ornithopodioidis*, por la presencia de *Trifolium ornithopodioides*, taxón característico según Rivas-Martínez & al., (1980) de suelos menos encharcados y de naturaleza arenosa-caliza.

Cirujano (1981) describe la comunidad de *Polypogo maritimi-Hordeetum marini* en lagunas interiores de Castilla La Mancha, siendo sus inventarios muy similares a los presentes en la Tabla 26, pero con mayor proporción de taxones halófilos. Posteriormente esta comunidad ha sido citada por Ladero & al. (1984) en su estudio sobre la vegetación halófila de la depresión del Duero y por Costa & al. (1996) en la ría de Faro en el sur de Portugal, describiendo una nueva subasociación *parapholietosum filiformi* basándose en la abundancia de *Parapholis filiformis* y *Limonium ferulaceum*.

Dada la similitud con los inventarios de Rivas-Martínez & al. (1980) y que esta asociación ya estaba descrita en el área de estudio, se han adscrito los realizados en este trabajo a la comunidad de *Hainardio cylindricae-Lophochloetum hispidae*, aunque deberán considerarse como intermedios entre las comunidades de anuales halonitrófilas de la marisma y las praderas de *Trifolio-Cynodontion* inundadas por aguas dulces de la vera.

Situación en el paisaje: Esta comunidad, se encuentra en contacto con los céspedes húmedos típicos del borde de la vera de *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae* y según Rivas-Martínez & al. (1980), con las comunidades de terófitos de las zonas del interior de la marisma, presentes en los huecos de las comunidades halófilas de vivaces (*Inulo-Arthrocnemetum glauci*, *Puccinellio-Arthrocnemetum perennis*).

Algunos de los inventarios pertenecientes a la variante de *Frankenia boissieri* contactan con pastizales de *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*.

Grado de protección: No se contempla la protección de esta comunidad en la Directiva Hábitat (Real Decreto 1997/1995).

12. *Thero-Suaedetea*

Comunidades dominadas por pioneros anuales, muchas veces suculentos, de marismas interiores y litorales y lagunas salobres temporalmente inundadas.

12a. *Thero-Salicornietalia*

Comunidades halófitas del interior y del litoral.

12.1. *Salicornion patulae*

De distribución mediterránea, costeras y del interior, que sufren periodos prolongados de inundación.

12.1.1. *Suaedo splendidis-Salicornietum patulae* Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980 corr. Rivas-Martínez 1991

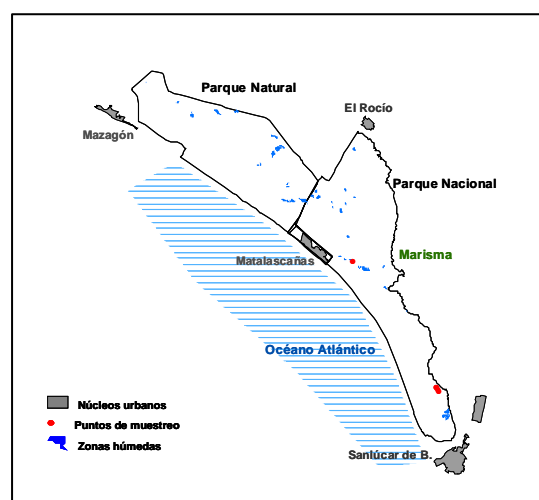
Fisionomía y estructura: Comunidad de terófitos pioneros suculentos, con una cobertura que oscila entre el 60% y el 70%.

Distribución mundial: Comunidad citada por Rivas-Martínez & al. (1980) en Doñana, Cirujano (1981) en las lagunas manchegas, Tamajón & Muñoz (2001) en las marismas de Lebrija, Valle-Gutiérrez & Navarro (2001) en la cuenca del Duero y Gómez-Mercado & al. (2007) en la cuenca del Guadiamar.

Ecología y distribución en el área de estudio

(Mapa 33): Comunidad pionera que coloniza los suelos arcillosos desnudos de bordes de cunetas, depresiones y canales de drenaje (Rivas-Martínez & al., 1980). Según Salazar & Valle (2005) se desarrolla sobre suelos temporalmente inundados, que al desecarse presentan en superficie un afloramiento de sales y yesos. En el área de estudio, dado el carácter salino de ésta comunidad, tan sólo se ha registrado en dos lagunas interiores, que presentan cierto grado de salinidad y mayor contenido en arcillas, siendo muy singulares dentro del manto eólico. Esta comunidad se instala cuando los vasos están húmedos pero no inundados. Fuera del manto eólico se ha observado su presencia en las zonas de marisma próximas a los caños que conservan humedad durante más tiempo.

Pérez-Latorre & al. (2002) la citan en la cuenca del río Guadiamar como pastizales nitrófilos sobre suelos salobres, dominados por plantas crasas.



Mapa 33. Distribución de las comunidades muestreadas de *Suaedo splendidis-Salicornietum patulae*.

Composición florística: Se caracteriza por la presencia de *Sueda splendens* y *Salicornia ramosissima* (Tabla 27). El cortejo florístico es pobre, apareciendo algunos taxones halófilos como *Suaeda maritima*, *Frankenia laevis* y *Coronopus squamatus*.

Sintaxonomía: Comunidad descrita por Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés (1980), bajo el nombre de *Suaedo splendentis-Salicornietum ramosissimae*. Estos autores reconocen una subasociación que ocupa lugares que se desecan más tarde y con mayor contenido en materia orgánica, que denominan *crypsietum aculatae*.

Situación en el paisaje: En el caso de los inventarios realizados en el territorio, estas comunidades contactan con juncales de *Holochoeno-Juncetum acuti* en la Laguna Larga y con pastizales halonitrófilos de *Hainardio cylindricae-Lophoclhoetum hispidae* en la Laguna del Taraje.

Rivas-Martínez & al. (1980) la incluyen en la serie halófila de inundación temporal donde predominan los matorrales de almajos.

Pérez-Latorre & al. (2002) la incluyen en el mosaico de comunidades que integra los complejos edafogénicos hidrófilos halófilos de la cuenca del Guadiamar.

Salazar & Valle (2005) la sitúan como comunidad exoserial en la geoserie edafohigrófila meso-termomediterránea hispalense mesohalófila, contactando con comunidades de *Typho-Schoenoplectetum* y hacia zonas más secas con pastizales de terófitos halonitrófilos o halófilos.

Grado de protección: Hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Vegetación anual pionera con Salicornia y otras especies de zonas fangosas o arenosas* (Real Decreto 1997/1995) código 1310 (Bartolomé & al., 2005).

IV. VEGETACIÓN CASMOFÍTICA, GLERÍCOLA Y EPIFÍTICA

IVA. VEGETACIÓN CASMOFÍTICA

13. *Adiantetea*

Helechos, cormófitos y briófitos casmofíticos que crecen en grietas de rocas rezumantes o expuestas a continuas salpicaduras, de aguas ricas en carbonatos cálcico. De distribución termo, meso y supramediterránea, o en zonas templadas submediterráneas.

13a. *Adiantetalia capilli-veneris*

Orden único.

13.1. *Adiantion capilli-veneris*

Comunidades de pterófitos y briófitos creciendo en grietas de rocas con rezumes de aguas ricas en calcio.

13.1.1. Comunidad de *Adiantum capillus-veneris*

Comunidad que en el territorio se encuentra ligada a la presencia de infraestructuras de origen antrópico. *Adiantum capillus-veneris* se localizó en el pozo del patio del Palacio de Doñana, donde las paredes de piedra húmedas y en umbría crean un microclima idóneo para este tipo de vegetación, que de no ser por la existencia de estas infraestructuras, no podrían desarrollarse en el territorio.

Adiantum capillus-veneris 5. (Inventario N° 167: Reserva Biológica, patio del Palacio de Doñana. 6-VI-2007).

14. *Parietarietea*

Comunidades casmofíticas nitrófilas, urbanas y de origen antrópico, creciendo sobre paredes y grietas de rocas.

14a. *Parietarietalia*

Orden único.

14.1. *Cymbalario-Asplenion*

Comunidades sobre muros y paredes húmedas y en umbría.

14.1.1. Umbilicetum rupestri-gaditani Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Se ha realizado un inventario de la comunidad, en el tejado de las chozas del poblado de la Plancha, del Parque Nacional. Al igual que la asociación anterior, la existencia de estas comunidades se mantiene, gracias a la presencia de infraestructuras de origen antrópico que permiten su desarrollo y mantenimiento.

El inventario se transcribe a continuación: *Umbilicus rupestris* 4, *Cladonia chlorophaea* 3, *Geranium purpureum* 2, *Cardamine hirsuta* 1, *Cladonia mediterranea* +, *Galium minus* +, *Crepis vesicaria* +, *Sonchus tenerrimus* +, *Cerastium glomeratum* +, *Stellaria media* +. (Inventario nº 1075. Parque Nacional de Doñana, poblado de la Plancha. 16-IV-2006).

La comunidad fue descrita por Rivas-Martínez & al. (1980) en Doñana, como dominada por anuales y vivaces, colonizadora de muros y grietas de árboles, enriquecidos en sustancias nitrogenadas. Sus inventarios corresponden al tronco de una palmera situada en el patio del Palacio.

Pérez-Latorre & al. (2002) la citan en los muros graníticos que separan las fincas en las zonas adhesionadas, en territorios incluidos en la cuenca del Guadiamar.

V. VEGETACIÓN ANTROPÓGENA, DE LINDERO DE BOSQUE Y MEGAFÓRBICA

VA. VEGETACIÓN ANTROPÓGENA

15. *Artemisietea vulgaris*

Comunidades estivales ruderales y nitrófilas integradas por herbáceas bienales y perennes, gramíneas y cardos, creciendo en suelos ricos que proliferan en el mediterráneo pluviestacional en territorios holárticos templados y como neófitas en los cinturones tropicales fríos.

15A. *Onopordenea acanthii*

Comunidades ruderales dominadas por especies perennes, generalmente cardos, de distribución mediterránea y eurosiberiana templada.

15a. *Carthametalia lanati*

Comunidades dominadas por cardos y gramíneas de talla alta, con distribución mediterránea de los pisos bioclimáticos termomediterráneo al supramediterráneo inferior.

15.1. *Silybo-Urticion*

Bajo esta alianza se recogen las comunidades que crecen en suelos temporalmente hidromorfos, dominadas por *Silybum marianum*.

15.1.1. *Scolymo maculati-Silybetum mariani* Rivas-Martínez in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Comunidad descrita por Rivas-Martínez & al. (1980) como presente en suelos removidos o alterados, ricos en iones y sustancias nitrogenadas, que permanecen frescos hasta el verano, dándola como frecuente en las vetas y terrenos arcillosos emergidos de la marisma. Le atribuyen una distribución mediterránea desarrollándose muy bien en suelos mesoeutrófos del termomediterráneo. Posteriormente esta comunidad la lectotipifican Pérez-Latorre & al. (2002) en la cuenca del Guadiamar, proponiendo como inventario tipo de la asociación el inventario realizado por Rivas-Martínez & al. (1980) en la veta de la Reserva del Guadiamar. Estos autores la describen como una comunidad de cardos termófila de suelos arcillosos húmedos muy nitrificados.

Esta asociación no la incluyen Rivas-Martínez & al. (2001) en su listado de sintaxones presentes en la Península Ibérica. A pesar de esto, se ha decidido adscribir dos inventarios realizados en el área de estudio, por la similitud florística y ecológica que presentan con la comunidad descrita en Doñana por Rivas-Martínez & al. (1980).

Los inventarios se transcriben a continuación:

Silybum marianum 5, *Melilotus elegans* 4, *Chrysanthemum coronarium* 2, *Brassica nigra* 1, *Papaver rhoeas* 1, *Cynodon dactylon* +, *Sonchus oleraceus* +, *Vicia pseudocracca* +, *Lactuca serriola* +, *Borago officinalis* +, *Lolium rigidum* +, *Avena longiglumis* +. (Inventario nº 1609: Parque Natural. Camino de la hermandad de Mazagón. 22-V-2007).

Silybum marianum 5, *Centaurea calcitrapa* 2, *Cynara humilis* 1, *Scolymus maculatus* 1. (Inventario 1702: Reserva Biológica. Lucio del Bolín. 7-VII-2007).

El primer inventario se realizó en un camino cercano a un arroyo temporal, construido con suelos alóctonos con mayor contenido en arcillas que los arenosos autóctonos. La mezcla de especies y la presencia de *Silybum marianum* es reflejo del grado de perturbación del lugar. El segundo inventario se realizó en las vetas arcillosas presentes tras la desecación de los lucios.

No es una comunidad muy frecuente en al área de estudio estando ligada exclusivamente a lugares alterados y húmedos.

16. *Polygono-Poetea annuae*

Comunidades de anuales efímeras, a veces acompañadas de pequeñas perennes rastreras y nitrófilas. Se encuentran ligadas a lugares de pisoteo, en caminos y sendas urbanas o rurales.

Las comunidades de esta clase son escasas en la zona de estudio, al tratarse de un territorio protegido y ser los suelos en su mayoría arenosos y muy sueltos no existen muchos hábitats disponibles para su establecimiento. No obstante, se han realizado dos inventarios que podrían adscribirse a esta clase tanto por su composición florística como por su ecología.

16a. *Polygono arenastri-Poetalia annuae*

Comunidades en territorios holárticos y extratropicales.

16.1. *Sclerochloo durae-Coronopodium squamati*

En lugares templados y mediterráneos de suelos arcillosos y muy ricos en calcio.

16.1.1. *Poo annuae-Coronopodetum squamati* (Oberdorfer 1957) Gutte 1966

Se ha realizado un inventario en los Llanos de la Plancha, sobre suelos húmedos arenoso-limosos, con mayor contenido en sales y sometidos a un intenso pisoteo y nitrificación, debido a la presión de herbivoría que soportan.

Se transcribe a continuación:

Trifolium resupinatum 2, *Coronopus squamatus* 1, *Bellis annua* +, *Leontodon taraxacoides* 1, *Plantago coronopus* 1, *Trifolium ornithopodioides* 1, *Filago pyramidata* +, *Polygonum equisetiformis* +, *Poa annua* +, *Lotus hispidus* +, *Arctotheca calendula* +, *Trifolium nigrescens* +. (Inventario nº 1078: Parque Nacional, Llanos de la Plancha. 1-IV-2006).

La presencia de *Coronopus squamatus* y *Poa annua*, así como la ecología del pastizal, ha llevado a adscribir este inventario a la comunidad de *Poa annuae-Coronopodetum squamati*. No se han podido consultar los inventarios descriptivos de la comunidad, pero se han comparado con los realizados por Carretero & Aguilera (1995) (sec Moglia, 2006) en zonas urbanas de Valencia

La tabla sintética que aporta Moglia (2006) procedente de los inventarios realizados en Valencia incluye como especies características de la comunidad a *Poa annua*, *Coronopus didymus* y *Coronopus squamatus*. Este autor se refiere a los pastizales descritos en levante como comunidades pobres en especies, de fenología invierno-primaveral, ligadas a ambientes ruderales húmedos, nitrificados y sometidos a una fuerte presión antropozoogénica.

El inventario realizado en la zona de estudio presenta una cobertura menor de las especies que caracterizan a esta comunidad que los aportados por Moglia (2006). Se puede considerar fragmentario y transicional hacia comunidades de *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae* con las que contacta.

16.2. *Polycarpion tetrphylli*

Incluye las comunidades de distribución mediterránea sobre suelos no arcillosos.

16.2.1. *Crassulo tillaeae-Saginetum apetalae* Rivas-Martínez 1975

Rivas-Martínez & al. (1980) citan en Doñana esta comunidad, con inventarios realizados en el límite de Matalascañas con la Reserva Biológica. La describen como una asociación dominada por terófitos efímeros de pequeña talla, presentes en caminos arenosos o arenoso-limosos compactados por el pisoteo. Estos autores apuntan al carácter neófito de las comunidades incluidas en la clase *Polygono-Poetea annuae*, cuya presencia en el territorio es debida a la presión antrópica. En el presente trabajo no se ha registrado dicha comunidad dentro del área de estudio, aunque sí se ha observado la presencia, en muchos enclaves, de las dos especies que la caracterizan.

16.2.3. *Polycarpo tetrphylli-Cotuletum australis* Wildpret, Pérez de Paz, Del Arco & García Gallo 1988

Comunidad de pastizal descrita por Wilpret & al. (1988) en grietas, adoquines y fisuras de biotopos viarios. Las especies que la caracterizan son *Polycarpon tetrphyllum*, *Cotula australis* y *Sagina apetalae*. Según estos autores, a veces se instala en lugares donde se acumula mayor cantidad de materia orgánica, como en parterres, pies de paredes, etc.... Describen, además de la subasociación tipo *cotuletosum australis*, la subasociación *trifolietosum glomerati* como indicadora del contacto con pastizales de *Helianthemetea*

guttati, y la subasociación *stellarietosum mediae* que define el ecotono con las comunidades de *Ruderali-Secalietae*.

En el área de estudio se ha realizado un inventario que se adscribe a esta comunidad. Pertenece a los aparcamientos habilitados en el Parque Natural, en la zona del Asperillo, para el acceso de los veraneantes a las playas.

Se transcribe a continuación: *Cotula australis* 4, *Trifolium suffocatum* 5, *Crassula tillaea* +, *Hordeum leporinum* +, *Arctotheca calendula* +, *Xolantha guttata* +, *Polycarpon tetraphyllum* +, *Lamarckia aurea* +, *Chamaemelum mixtum* +, *Evax pygmaea* +, *Poa annua* +, *Vulpia myuros* +. (Inventario nº1134: Parque Natural, aparcamiento de Cuesta de Manelli. 8-IV-2006).

Presenta similitud en composición florística y ecología con la comunidad descrita por Wilpret & al. (1988). Es una mezcla de especies donde predominan las características de la clase *Polygono-Poetea annuae* como *Cotula australis*, especie alóctona procedente de Australia y Nueva Zelanda, *Crassula tillaea*, *Poa annua* y *Polycarpon tetraphyllum*. En el cortejo se presentan especies de la clase *Stellarietea* y *Poetalia-bulbosae*. Este conjunto de especies es reflejo de la perturbación del medio por pisoteo y compactación del suelo, y por nitrificación debido a la actividad antrópica del lugar.

16.2.3. *Solivetum stoloniferae* Rivas-Martínez 1975

Rivas-Martínez & al. (1980) citan esta comunidad típica de biotopos pisoteados, como los intersticios de caminos, calles y plazas empedradas, en el patio del Palacio de Doñana. Compuesta por pequeños terófitos rastreros de floración invernal o primaveral, que soportan una alta concentración de sustancias nitrogenadas y encharcamiento temporal. La comunidad se caracteriza por la presencia de *Gymnostiles stolonifera*, neófito sudamericano. En el presente estudio no se ha detectado esta comunidad, pero sí se ha registrado la presencia de las dos especies que la caracterizan, *Gymnostiles stolonifera* y *Polycarpon tetraphyllum* en el patio del Palacio como compañeras en comunidades de *Euphorbion prostratae*.

Euphorbion prostratae

Comunidades de neófitos de zonas tropicales y subtropicales que se desarrollan al final del verano, en lugares templados y frescos de territorios holárticos.

16.3.1. *Euphorbietum chamesyco-prostratae* Rivas-Martínez 1976

Según Navarro & al. (2000) se trata de comunidades efímeras presididas por terófitos postrados de vocación antropófila, entre los que destaca el arqueófito *Chamaesyce canescens* subsp. *canescens* y los neófitos oportunistas *Chamaesyce maculata* y *Chamaesyce prostrata*.

Se ha decidido adscribir a esta comunidad, un inventario realizado entre los adoquines del suelo del patio del Palacio de Doñana, por la presencia de *Chamaesyce maculata* con un valor de cobertura relativamente alto y ser el cortejo de especies y la ecología de la comunidad afín a los inventarios realizados por Navarro & al. (2000) en Salamanca.

A continuación de transcribe el inventario:

Chamaesyce maculata 3, *Polycarpon tetraphyllum* 1, *Poa annua* 2, *Cynodon dactylon* 3, *Portulaca oleracea* 2, *Amaranthus albus* +, *Euphorbia peplus* 1, *Melilotus italicus* +, *Heliotropium europaeum* +, *Solanum nigrum* 1, *Eragrostis minor* +, *Gymnostiles stolonifera* +, *Trifolium dubium* +, *Geranium molle* +, *Oxalis corniculata* +, *Cardamine hirsuta* +, *Anagallis arvensis* +, *Polypogon maritimus* subsp. *maritimus* +. (Inventario nº1670: Reserva Biológica de Doñana. Patio del Palacio. 10-V-2007).

Se trata de una mezcla de especies, donde conviven taxones subnitrófilos tanto autóctonos como alóctonos, característicos de suelos compactados y sometidos a un intenso pisoteo. Se presentan algunos taxones característicos de la clase *Polygono-Poetea* como *Poa annua* y *Plantago coronopus*; de otras alianzas de la clase como *Eragrostis minor*, característica de la alianza *Matricario-Polygonion arenastri*; *Polycarpon tetraphyllum* característica de *Polycarpion tetraphylli*; de la clase *Stellarietea mediae* como *Euphorbia peplus*, *Solanum nigrum*, *Portulaca oleracea* y *Amaranthus albus*; o bien de la clase *Geranio purpurei-Cardaminetea hirsutae* como *Geranium molle* y *Cardamine hirsuta*.

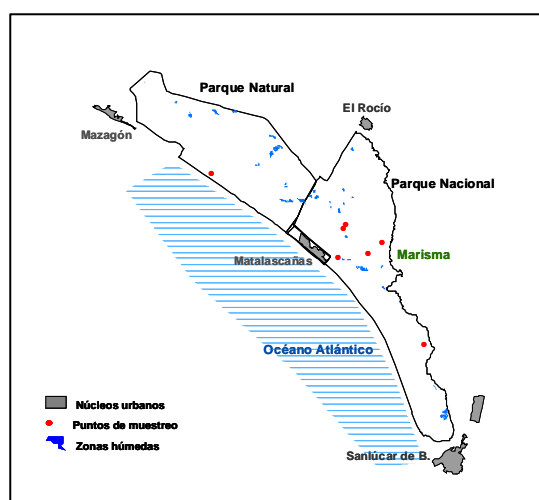
No se han registrado en el área de estudio las otras dos especies del género *Chamaesyce* características de la comunidad, tan sólo *Ch. canescens* subsp. *messalensis* se ha detectado en un vaso lagunar seco, muy frecuentado por el ganado.

Según Navarro & al. (2000) el areal del sintaxón, que es al menos mediterráneo-ibérico, se encuentra en expansión debido al carácter primocolonizador de los neófitos y la aparición de nuevos biotopos que sirven de soporte a la biocenosis. De hecho, la presencia de *Chamaesyce maculata* en Doñana ha sido citada recientemente (López-Albacete & al., 2007a) y la comunidad es novedad para el catálogo sintaxonómico de Doñana.

17. *Stellarietea mediae*

Comunidades de malas hierbas efímeras, nitrófilas y semi-nitrófilas presentes en todo el mundo excepto en lugares cálidos del trópico.

Al nivel de clase, se incluyen los inventarios de la Tabla 28 pertenecientes a pastizales que se desarrollan bajo masas de arbolado denso de pino y alcornoque, donde los pastizales típicos de suelos arenosos sueltos y poco nitrificados de *Helianthemetea guttati* se enriquecen en especies características de diferentes alianzas y órdenes de la clase *Stellarietea*. Las localidades donde se han realizado los inventarios se muestran en el Mapa 34.



Mapa 34. Distribución de las comunidades muestreadas de *Stellarietea mediae*.

La sombra de los árboles, la capa de hojarasca y un mayor contenido en materia orgánica, permite la entrada de especies, que precisan una mayor humedad edáfica y contenido en nitrógeno. Se trata de pastizales anuales de baja cobertura, y con una composición florística muy heterogénea, donde persisten algunas especies de *Helianthemetea guttati* como *Linaria spartea*, *Briza maxima*, *Vulpia membranacea*, *Rumex bucephalophorus* y *Vulpia myuros*, conviviendo con especies características de los pastizales umbrófilos registrados bajo sabinas y enebros de la clase *Geranio purpurei-Cardaminetea hirsutae* como *Cardamine hirsuta*, *Centranthus calcitrapae*, *Geranium purpureum* y *Ranunculus parviflorus*.

Aunque la mayoría de los taxones pertenecen a diferentes sintaxones de la clase *Stellarietea*, existen algunos característicos de las comunidades de *Chamaemelo mixti-Vulpietum alopecuroris* y *Linario viscosae-Carduetum meonanthi* como *Chamaemelum mixtum*, *Linaria viscosa* y *Carduus meonanthus*; otros muchos pertenecientes a *Thero-Brometalia* como *Centaurea melitensis*, *Senecio gallicus*, *Echium plantagineum* *Silene gallica*, *Andryala arenaria* y *Brassica barrelieri*; y algunos característicos a nivel de clase como *Cerastium glomeratum*, *Solanum nigrum*, *Sonchus oleraceus* y *Stellaria media*.

Dada la heterogeneidad de estos pastizales, se han incluido tan sólo a nivel de clase, como ejemplo en el territorio de los cambios en composición que sufren los pastizales típicos de los cortafuegos arenosos no nitrificados de *Linario donyanae-Loeflingietum baeticae* y los ligeramente nitrificados de *Chamaemelo mixti-Vulpietum alopecuroris* y *Linario viscosae-Carduetum meonanthi*, cuando varían las condiciones de sombra, suelo y materia orgánica gracias a la presencia de un dosel arbolado denso, en el caso de los pinos, producto de repoblaciones. Los inventarios bajo alcornoque o algarrobo, se realizaron bajo pies aislados pero de gran envergadura, que generan las mismas condiciones que en el caso de los pinares, donde la densidad del arbolado es mayor.

17A. *Chenopodio-Stellarienea*

Comunidades ruderales, nitrófilas y seminitrófilas.

17a. *Chenopodietalia muralis*

Comunidades muy nitrófilas ricas en especies anuales, de distribución cosmopolita, pero generalmente presentes en áreas de secas a semiáridas, termo- y supramediterráneas.

17.1a. *Chenopodion muralis*

Comunidades ruderales y altamente nitrófilas. De distribución termo- y supramediterránea que florecen en verano.

17.1.1. Comunidad de *Xanthium spinosum*

Se incluye en este apartado un inventario realizado en el Lucio de Palacio tras la completa desecación del mismo. Se ha incluido en este orden por ser *Xanthium spinosum* especie característica del mismo. Aunque sólo se presente un inventario la presencia de *Xanthium spinosum*, recientemente citado en Doñana por Fernández-Zamudio & al. (2006) en suelos

arenosos frescos con síntomas de eutrofia, en el territorio es alta, sobre todo en los bordes de la marisma cercanos a la vera muy transitados por ganado. También se han detectado poblaciones con numerosos individuos bajo los árboles de la vera, donde se tumba el ganado a reposar y donde el suelo se cubre por las deyecciones de las aves que crían en sus ramas, siendo especialmente abundantes en los alrededores de la Fuente del Duque.

El inventario se transcribe a continuación:

Xanthium spinosum 5, *Centaurea calcitrapa* 1, *Senecio jacobaea* 2, *Bolboschoenus maritimus* 2, *Rumex crispus* 2, *Mentha pulegium* +, *Cynodon dactylon* 1, *Heliotropium supinum* 1. (Inventario nº1703: Reserva Biológica de Doñana, Lucio del Palacio. 13-VII-2007).

17.1b. *Malvenion parviflorae*

Comunidades de distribución termo y mesomediterránea semiárida a subhúmeda, que florecen tras las lluvias del otoño e invierno.

***Emici spinosae-Malvetum parviflorae* Rivas-Martínez in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980**

Comunidad descrita en los alrededores del Palacio de Doñana por Rivas-Martínez & al. (1980). Formada por especies anuales, que ocupan suelos arenosos muy nitrogenados de áreas urbanas o rurales, sometidas a una fuerte acción antropozoógena.

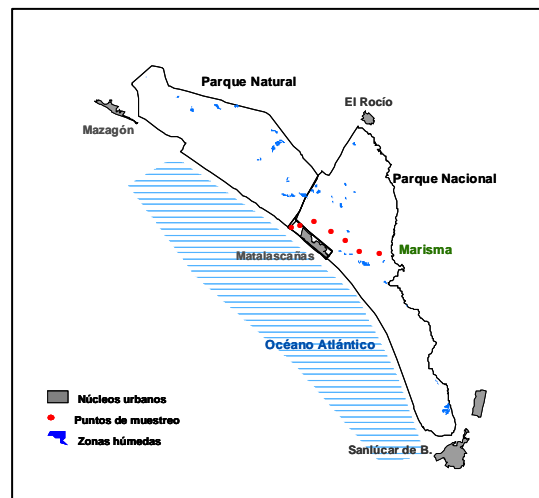
Las especies que la caracterizan son *Malva parviflora* y *Emex spinosa*, presentando altos valores de cobertura especies nitrófilas como *Urtica dubia* y *Urtica urens*. No se ha detectado su presencia en el presente estudio. Tan sólo se ha registrado la presencia de *Emex spinosa*, en un inventario de pastizal de borde de camino, que el análisis estadístico lo ha incluido en la comunidad de *Linario donyanae-Loeflingietum baeticae* por ser el cortejo de especies más propio de esta asociación, a pesar de la presencia de otras especies de carácter ruderal.

17b. *Thero-Brometalia*

Pastizales subnitrófilos efímeros de anuales con floración primaveral.

A nivel de orden se incluyen los inventarios (Tabla 29) de pastizales realizados en el borde del camino que se dirige desde el control de entrada hasta el Palacio de Doñana en la Reserva Biológica, en el camino de acceso al camping de Matalascañas y en una rotonda de la carretera de entrada a Matalascañas desde Mazagón (Mapa 35).

Se trata de comunidades ruderales y nitrófilas, dominadas por terófitos de pequeña talla de floración primaveral. Las especies que aparecen de manera constante en todos los inventarios son *Trifolium scabrum*, *Medicago minima* y *Brachypodium distachyon*. La composición florística es difícil de analizar por lo heterogéneo de su origen. Son abundantes las especies características de diferentes alianzas de la clase *Poetea bulbosae* como *Trifolium scabrum*, *Trifolium tomentosum* y *Scorpiurus vermiculatus*; también abundan los taxones característicos de *Stellarietea* como *Anagallis arvensis* y *Bromus hordeaceus*; y los pertenecientes al orden *Thero-Brometalia* de la misma clase como *Trifolium angustifolium*, *Plantago afra*, *Medicago truncatula*, *Bromus diandrus* y *Bromus rubens*; por último hay una serie de taxones pertenecientes a la clase *Helianthemetea guttati* como *Medicago minima*, *Brachypodium distachyon*, *Trifolium campestre* y *Logfia minima*.



Mapa 35. Distribución de las comunidades muestreadas de *Thero-Brometalia*.

Se trata por tanto, de una mezcla especies de diferente ecología y origen, cuya convivencia en el territorio se explica por la presencia de infraestructuras viarias construidas con suelos alóctonos, por tanto lugares muy perturbados. Esto permite que algunas especies presentes de manera natural en el territorio colonicen este medio, que se introduzcan o favorezcan especies con mayor preferencia por suelos más arcillosos y compactos, y que se introduzcan especies como *Trigonella monspeliaca* y *Herniaria cinerea* de preferencias por suelos más básicos.

No se ha asignado categoría taxonómica a esta comunidad, dado que no se ha encontrado en la literatura ningún pastizal afín al inventariado. Podría decirse que son unos pastizales de medios perturbados, subnitrófilos, de suelos muy compactados y con mayor contenido en bases de cambio. Se ha decidido adscribir estos inventarios al orden *Thero-Brometalia* de la clase *Stellarietea mediae* por su condición de pastizales ruderales, y presencia de algunos taxones característicos, tanto de clase como de alianza. De igual manera se podrían adscribir a la clase *Poetea bulbosae* ya que las especies más abundantes son características de la misma, pero la naturaleza de los pastizales perteneciente a esta clase es muy diferente a la de las comunidades muestreadas en el borde del camino, dominados por especies anuales, luego se ha descartado la inclusión de estos pastizales en esta clase a pesar de la existencia de elementos florísticos característicos de la misma. La clase *Poetea bulbosae* según Rivas-Martínez & al. (2002), incluye comunidades dominadas por especies perennes, ligadas a la actividad ganadera dominadas por pequeñas gramíneas y hemicriptófitos rastreros, manejados por el hombre, muy productivos y característicos del mediterráneo oriental.

Como conclusión se puede decir que la convivencia de este conjunto de especies está supeditada a que dure la perturbación de origen antrópico que la ha generado, luego se

podría considerar como una comunidad de carácter adventicio en Doñana, de manera que si las infraestructuras que mantienen este hábitat ruderal desaparecieran desaparecería este tipo de pastizales. En su lugar se instalarían comunidades dominados por elementos de la clase *Helianthemetea guttati* o de la alianza *Linario polygalifoliae-Vulpion alopecuroris* de la clase *Stellarietea* típicas de suelos arenosos subnitrófilos más o menos húmedos.

17.2. *Linario polygalifoliae-Vulpion alopecuroris*

Sobre suelos litorales arenosos. De distribución termomediterránea y termotemplada submediterránea. Presentes en el litoral Lusitano-Andaluz, Cantábrico-Atlántico, Bético, Murciano-Almeriense y Tingitano.

17.2.1. *Chamaemelo mixti-Vulpietum alopecuroris* Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés ex J.C. Costa, Lousã, Capelo, Espírito-Santo, Izco & Arsenio 2000

Fisionomía y estructura: Pastizales dominados por terófitos psamófilos y subnitrófilos. Forman comunidades densas donde la cobertura varía entre el 60% y 100%.

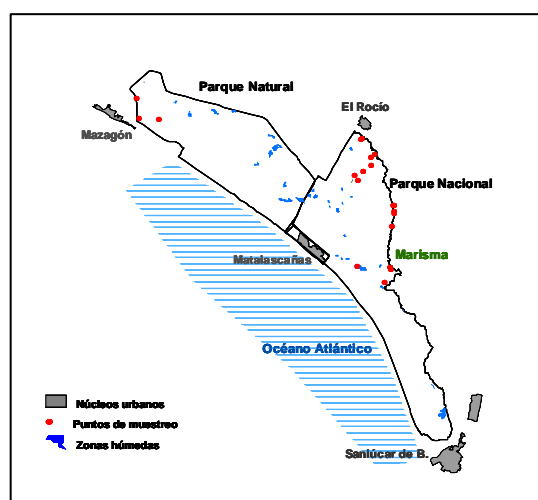
Distribución mundial: Provincia Lusitano-Andaluza Litoral, Subprovincia Luso-Extremadurensis y Rifeño-Tangerina.

Ecología y distribución en el área de estudio

(Mapa 36): Se trata de comunidades de pastizal que se desarrollan sobre arenas removidas o alteradas por la acción antropozoógena, y que durante la primavera e invierno guardan cierta humedad (Rivas-Martínez & al., 1980). En Doñana es muy frecuente sobre todo en las zonas aledañas a la vera del manto arrasado, donde el suelo no se encharca pero presenta una humedad mayor que en las arenas más interiores. La vera y alrededores, son lugares muy visitados por los herbívoros por albergar pastizales muy productivos, luego el grado de nitrificación del suelo es mayor que en otras zonas del territorio. La comunidad también se ha registrado en cortafuegos y borde de caminos algo nitrificados por los animales y donde el nivel freático está más cercano a superficie, en las zonas más secas de estos cortafuegos se instalaría la comunidad de *Linario viscosae-Carduetum meonanthi*.

En territorios aledaños al área de estudio ha sido citada por De las Heras (2007) como comunidad frecuente en campos de cultivo abandonados o en barbecho.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=21,19$ ($\max=37$ y $\min=13$) y su diversidad media es de $H'=4,5$ ($\max=5$ y $\min=3,4$) (Tabla 30). Las especies que la caracterizan son *Vulpia alopecuros* y *Chamaemelum mixtum*. Presenta un cortejo donde abundan los taxones característicos de *Helianthemetalia guttati* (*Rumex bucephalophorus*, *Hypochaeris glabra* y *Tolpis barbata*) típicos de suelos arenosos algo



Mapa 36. Distribución de las comunidades muestreadas de *Chamaemelo mixti-Vulpietum alopecuroris*.

compactados, y con cierta cantidad de materia orgánica, así como algunos de *Malcolmietalia* (*Ornithopus sativus* subsp. *isthmocarpon*, *Malcolmia triloba* y *Loeflingia baetica*), pastizales con los que contacta cuando baja el grado de nitrificación y compactación del suelo. La alta presencia de *Plantago coronopus*, especie característica de la clase *Polygono-Poetea annuae*, en estas comunidades, es reflejo del intenso pisoteo por ganado que presentan estos lugares.

Sintaxonomía: Comunidad, descrita de manera provisional en Doñana, por Rivas-Martínez & al. (1980) aportando tan sólo tres inventarios; estos autores la incluyen en la serie del alcornocal termófilo como una de las comunidades integrantes de los primeros estadios de la sucesión. Más tarde, Rivas-Martínez & al. (1999) la citan en su recorrido por la costa del Algarve.

Costa & al. (1996) la incluyen en su trabajo de vegetación de la Ría Formosa, pero no aportan tabla de inventarios. Costa & al. (2000) incluyen esta comunidad en las dunas con aportes de nitrógeno derivado de actividades antrópicas, aportando tabla de inventarios y delimitando el areal de la comunidad desde el sur de Averio hasta el litoral del suroeste andaluz.

Neto (2002) la incluye en su estudio sobre la vegetación del Distrito Sadense (Portugal) como presente en las dehesas de alcornocales donde el abandono de las prácticas agrícolas tradicionales ha provocado la aparición de estos pastizales.

Situación en el paisaje: Según Rivas-Martínez & al. (1980) estos pastizales se sitúan en contacto con comunidades sabulícolas más exigentes en humedad como los brezales o alcornocales. En el territorio se ha localizado sobre todo en pastizales cercanos a la vera donde la humedad edáfica es mayor, contactando con comunidades dominadas por herbáceas vivaces de *Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae*, comunidades de sustitución de brezales de monte negro. Cuando la humedad edáfica es menor estas comunidades se transforman en pastizales más xéricos pertenecientes a *Linario viscosae-Carduetum meonanthi*.

Rivas-Martínez & al. (1999) la citan en su recorrido por la costa del Algarve sobre arenas nitrificadas contactando con comunidades de *Pycnocomon rutifolii-Retametum monospermae*.

Costa & al. (1996) la consideran una comunidad subnitrófila en las dunas, donde se acumulan residuos de origen antrópico, contactando con las comunidades de las primeras depresiones interdunares de *Artemisio crithmifoliae-Armerietum pungentis*.

Según, Neto (2002) estos pastizales se desarrollan en las dehesas cuya etapa climática corresponde a un alcornocal de la asociación *Asparago aphylli-Quercetum suberis*.

Grado de protección: No se contempla la protección de esta comunidad en la Directiva Hábitat (Real Decreto 1997/1995).

17.2.2. *Linario viscosae-Carduetum meonanthi* Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Fisionomía y estructura: Pastizales de terófitos efímeros de floración primaveral subnitrófilos. Son comunidades de bajo porte donde la cobertura varía entre un 60% y un 80%.

Distribución mundial: Provincia Lusitano-Andaluza Litoral.

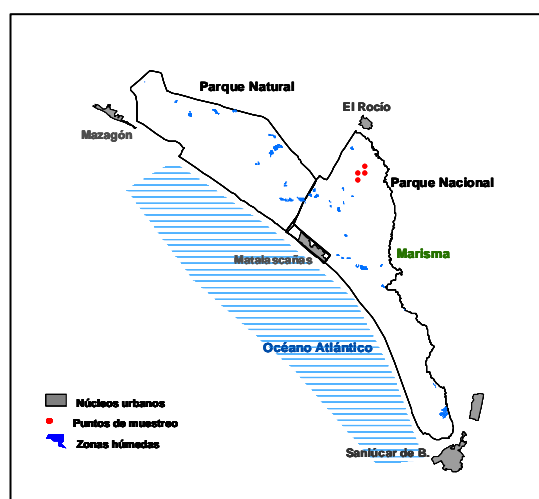
Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 37): Se desarrollan sobre suelos arenosos secos y profundos, que han sido removidos por acción antropozooégena y se encuentran sueltos y algo nitrificados (Rivas-Martínez & al., 1980). En el área de estudio es una comunidad frecuente en lugares perturbados como zonas de destocoamiento de eucaliptos, o en cortafuegos removidos por animales y algo nitrificados, donde la humedad edáfica es muy baja. Generalmente surgen al nitrificarse las comunidades de *Linario donyanae-Loeflingietum baeticae*, que soportan niveles de perturbación bajos.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=20$ (max=25 y min=15) y su diversidad media es de $H'=4,15$ (max=4,5 y min=3,7) (Tabla 30). Las especies características son *Linaria viscosa*, *Carduus meonanthus* y *Vulpia alopecurus*. Son pastizales ricos en otros taxones de la clase *Stellarietea* como *Andryala arenaria*, *Chamaemelum mixtum*, *Brassica barrelieri*, *Senecio lividus* y *Centarurea melitensis*, asociados en el área de estudio a lugares perturbados sobre arenas sueltas.

Sintaxonomía: Comunidad descrita por Rivas-Martínez & al. (1980) en Doñana como asociación psamófila de exigencias subnitrófilas. Estos autores la incluyen en la alianza *Linario polygalifoliae-Vulpion alopecuroris*, junto con otras dos comunidades de arenas sueltas nitrificadas presentes en el territorio (*Chamaemelo mixti-Vulpietum alopecuroris* y *Malcolmio littoreae-Vulpietum alopecuroris*), ambas presentan en común la alta presencia de *Vulpia alopecurus*, especie característica de dicha alianza.

Posteriormente esta comunidad ha sido citada en el Algarve por Rivas-Martínez & al. (1990) como pastizales nitrófilos de las dunas estabilizadas de Praia de Melides; en la descripción de la vegetación de la Ría Formosa por Costa & al. (1996); y en el Distrito Sadense como comunidad que surge tras la destrucción de tojales o sabinares (Neto, 2002).

Situación en el paisaje: Esta comunidad se encuentra en contacto con los pastizales de *Malcolmietalia* propios de arenas sueltas secas no perturbadas. Si el grado de humedad edáfica aumenta, esta comunidad pasaría a *Chamaemelo mixti-Vulpietum alopecuroris* con la que presenta una gran similitud florística, de hecho el análisis estadístico agrupó los



Mapa 37. Distribución de las comunidades muestreadas de *Linario viscosae-Carduetum meonanthi*.

inventarios de las dos comunidades como una sola. La separación entre ambas la marca la mayor cobertura de *Carduus meonanthus* en *Linario viscosae-Carduetum meonanthi* y, como se ha dicho en el apartado de composición florística, la existencia en el cortejo florístico de mayor número de taxones característicos de la clase *Stellarietea*.

Esta comunidad nitrófila, dado su carácter algo más xérico, se situaría dentro del mosaico de comunidades de la serie edafoxerófila de las dunas estabilizadas. La destrucción y posterior perturbación del monte blanco o sabinar daría lugar a estas comunidades xéricas de terófitos subnitrófilos.

Según Neto (2002) si el grado de perturbación aumenta, estas comunidades dan lugar a pastizales pertenecientes a *Emici spinosae-Malvetum parviflorae*.

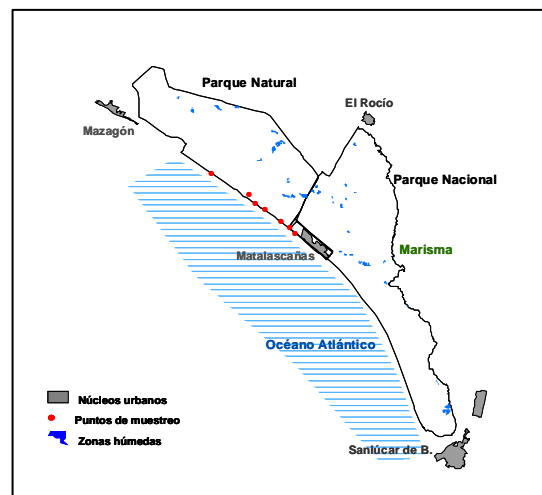
Grado de protección: No se contempla la protección de esta comunidad en la Directiva Hábitat (Real Decreto 1997/1995).

17.2.3. *Malcolmio littoreae-Vulpietum alopecuroris* Díez-Garretas, Hernández & Asensi 1975

Fisionomía y estructura: Pastizales nitrófilos dominados por terófitos psamófilos. La cobertura de la comunidad varía entre el 70% y 100%.

Distribución mundial: Sector Gaditano-Onubense Litoral.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 38): Pastizales presentes en las arenas litorales fijas, donde se acumula algo de materia orgánica o presentan cierto grado de perturbación. En el área de estudio esta comunidad sólo se ha registrado en el Asperillo. Los inventarios se han realizado cerca de lugares donde existe una gran presión antrópica como son las zonas más visitadas por el turismo y las antiguas edificaciones presentes en la zona.



Mapa 38. Distribución de las comunidades muestreadas de *Malcolmio littoreae-Vulpietum alopecuroris*.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=10$ ($\max=22$ y $\min=4$) y su diversidad media es de $H'=2,86$ ($\max=4,33$ y $\min=1,66$) (Tabla 31). Las especies que la caracterizan son *Vulpia alopecurus*, *Hymenocarpus hamosus* y *Malcolmia littorea*. La presencia de especies nitrófilas o subnitrófilas (*Carduus meonanthus*, *Bromus diandrus* y *Chrysanthemum coronarium*) y de algunas alóctonas (*Arctotheca calendula*, *Carpobrotus edulis* y *Opuntia dillenii*) corroboran el hecho de que estos pastizales se desarrollen en lugares sujetos a cierto grado de perturbación. Por otro lado la presencia de especies típicas de la clase *Helianthemetea guttati* (*Linaria sparteae* y *Briza maxima*) y de matorral (*Stauracanthus genistoides* y *Helichrysum picardii*) indica que el sustrato donde se desarrollan estas comunidades son arenas fijas con poco grado de movilidad.

En la Tabla 31 hay cuatro inventarios (6, 7, 8 y 9), donde no aparece *Vulpia alopecurus*, que el análisis matemático no los había incluido en esta comunidad. A pesar de esto, se han incluido en la tabla ya que se trata de inventarios con una ecología similar. La diferencia con el resto es, que se desarrollan en arenas que presentan una mayor movilidad, apareciendo con mayor cobertura especies como *Loeflingia baetica* y *Cyperus capitatus*, mejor adaptadas a éstas condiciones, y desapareciendo las especies de matorral y *Vulpia alopecurus*, presentes en sustratos nitrificados de suelos más estabilizados. Por último, presentan elementos de las comunidades de arenas móviles con las que contacta como *Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea* y *Lotus creticus*.

Sintaxonomía: Pastizal descrito por Díez-Garretas & al. (1975) en las dunas del litoral de Marbella (Málaga), presente en un sistema de dunas algo perturbado, sometido a una fuerte presión turística y donde se realizaban extracciones de arenas para la construcción.

La única referencia que se ha encontrado de esta comunidad en el litoral gaditano es el trabajo de Díez-Garretas & al. (1977) sobre los pastizales terofíticos de playas y dunas del sur de la Península. Estos autores indican la presencia de las comunidades de *Thero-Brometalia annua*, donde incluyen la comunidad de *Malcolmio littoreae-Vulpietum alopecuroris*, como etapas de contacto y transición con las comunidades de *Crucianellion*.

En el esquema de la vegetación psamófila de la provincia Gaditano-Algarviense propuesto en este trabajo (Díez-Garretas & al., 1977) se incluyen las comunidades de *Malcolmio littoreae-Vulpietum alopecuroris* como pastizales sobre arenas estabilizadas con tendencia nitrófila incluidos en la geoserie de las dunas móviles.

Es una comunidad a incluir en el catálogo sintaxonómico de la vegetación de Doñana.

Situación en el paisaje: En el territorio de estudio esta comunidad de pastizal, se encuentra contactando con los matorrales de camarinas (*Stauracantho genistoidis-Corematetum albi*) y con los pastizales de *Ammophiletea* de las dunas incipientes de la playa.

Grado de protección: No se contempla la protección de esta comunidad en la Directiva Hábitat (Real Decreto 1997/1995).

17c. *Sisymbrietalia officinalis*

Comunidades anuales nitrófilas ligadas a zonas de pisoteo (caminos, cunetas..) de distribución mediterránea y templada.

Bajo este orden se incluyen dos inventarios realizados en bordes de cortafuegos muy perturbados por el excesivo paso de vehículos, dando lugar a suelos compactados y nitrificados. En estos lugares las comunidades de pastizales terofíticos, naturales de la zona como *Linario donyanae-Loeflingietum baeticae*, *Chamaemelo mixti-Vulpietum alopecuroris* o *Linario viscosae-Carduetum meonanthi* se enriquecen en especies características de *Sisymbrietalia officinalis* como *Arthrotheca calendula*.

Los inventarios, que se transcriben a continuación, se realizaron en el borde de la vía pecuaria que atraviesa el Parque Nacional y la Reserva Biológica. Este camino está muy transitado, sobre todo en la romería del Rocío, presentando algunos de sus tramos síntomas de nitrificación y alteración de los suelos por compactación.

Pinus pinea 3, *Arctotheca calendula* 3, *Geranium molle* +, *Bromus diandrus* +, *Vulpia myuros* 2, *Lagurus ovatus* +, *Hypochaeris glabra* +, *Cerastium glomeratum* +, *Medicago littoralis* 2, *Erodium aethiopicum* +, *Evax pygmaea* 2, *Crepis capillaris* +, *Galium minutulum* 1, *Anthriscus caucalis* +, *Euphorbia peplus* 1, *Cardamine hirsuta* +, *Silene colorata* +, *Veronica arvensis* +. (Inventario nº1066z: Parque Nacional, Vía Pecuaria. 29SQA6893. 1-IV-2006).

Chamaemelum mixtum 1, *Arctotheca calendula* 3, *Plantago coronopus* 3, *Plantago lagopus* 1, *Vulpia myuros* 1, *Hypochaeris glabra* 1, *Ornithopus pinnatus* 1, *Trifolium glomeratum* 1, *Paronychia argentea* 1, *Vulpia membranacea* 1, *Ornithopus sativus* subsp. *isthmocarpus* 1, *Poa annua* 1, *Trifolium cernuum* 1, *Lolium rigidum* 1. (Inventario nº1324: Parque Nacional, Vía Pecuaria. 29SQA2796. 17-V-2006).

Estos pastizales presentan un conjunto de especies donde abundan los taxones de la clase *Stellarietea* como *Geranium molle*, *Bromus diandrus*, *Cerastium glomeratum*, *Veronica arvensis*, indicadores de la nitrificación de los suelos, así como especies ligadas a suelos sometidos a intenso pisoteo como *Plantago coronopus*, *Poa annua* y *Plantago lagopus*.

Los inventarios 28 de la Tabla 34 y 16 de la Tabla 30, que el análisis ha incluido en comunidades de *Linario donyanae-Loeflingietum baeticae* y *Chamaemelo mixti-Vulpietum alopecuoris* respectivamente, pueden ser un ejemplo de transición hacia comunidades de *Sisymbrietalia officinalis*, debido a la alta presencia de *Arctotheca calendula* que presentan.

17.3. *Hordeion leporini*

Comunidades de distribución mediterránea.

Se incluyen bajo esta alianza tres inventarios por la alta cobertura de *Plantago lagopus* que presentan, ya que se trata de una de sus especies características.

Se transcriben a continuación los inventarios:

Plantago lagopus 3, *Anagallis arvensis* 2, *Trifolium campestre* 1, *Trifolium scabrum* 2, *Trifolium resupinatum* +, *Trifolium nigrescens* 2, *Trifolium ornithopodioides* 1, *Leontodon taraxacoides* 2, *Paronychia argentea* +, *Cynodon dactylon* 1, *Bromus hordeaceus* +, *Coronopus squamatus* +, *Ranunculus peltatus* subsp. *peltatus* +. (Inventario nº1080: Parque Nacional, Marismillas, Llanos de Palacio. 29SQA3480. 1-IV-2007).

Plantago lagopus 4, *Trifolium campestre* 2, *Trifolium scabrum* +, *Trifolium nigrescens* +, *Trifolium tomentosus* 1, *Medicago italica* 3, *Melilotus italicus* +, *Cynodon dactylon* +, *Ranunculus parviflorus* 3, *Carex divisa* 4, *Gynandris sisyrrinchium* +. (Inventario nº1081: Parque Nacional, Marismillas, Llanos de Palacio. 29SQA3480. 1-IV-2007).

Plantago lagopus 3, *Trifolium campestre* 3, *Scorpiurus vermiculatus* 3, *Anagallis arvensis* 1, *Chamaemelum mixtum* 1, *Hypochaeris glabra* +, *Cerastium glomeratum* +, *Cynodon dactylon* 2, *Lotus hispidus* +, *Linum bienne* 1, *Senecio jacobaea* +, *Senecio vulgaris* +, *Chaetopogon fasciculatus* +, *Reseda phyteuma* +. (Inventario nº1145: Parque Natural. 29SQB1211. 8-IV-2007).

Los dos primeros, realizados en Marismillas, son pastizales que crecen sobre suelos húmedos, muy visitados por los herbívoros y ligeramente arcillosos, luego con un grado de compactación mayor. Son ricos en leguminosas, algunas de ellas como *Trifolium scabrum* y *Trifolium campestre* ligadas en el territorio a suelos compactados alóctonos y sometidos a fuerte perturbación (Tabla 29). La presencia de taxones como *Paronychia argentea*, *Trifolium nigrescens* y *Trifolium tomentosum*, típicas de pastizales ligados a la actividad ganadera de la clase *Poetea bulbosae*, indican la fuerte presión de herbivoría que presentan estas comunidades.

La aparición de elementos característicos de las comunidades de *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae* como *Trifolium resupinatum*, *Carex divisa* y *Cynodon dactylon* hace pensar que estos pastizales podrían representar una variante de estas comunidades, con mayor contenido en partículas finas por su proximidad al río y con un grado de perturbación mayor, por pisoteo y presión de herbivoría.

El inventario realizado en el Parque Natural difiere del resto en que la presencia de leguminosas es menor, aunque *Scorpiurus vermiculatus* presenta una alta cobertura, especie típica de la clase *Poetea bulbosae*, lo que indica que también son pastizales sometidos a pisoteo y nitrificados por la presencia de herbívoros. Presentan también elementos de la clase *Stellarietea* como *Anagallis arvensis*, *Chamaemelum mixtum*, *Cerastium glomeratum* y *Senecio jacobaea* que confirman la nitrificación a la que están sometidos estos pastizales.

17.3.1. *Anacyclo radiati-Hordeetum leporini* O. Bolòs & Rivas-Martínez in Rivas-Martínez 1978

Bajo esta alianza, citan Rivas-Martínez & al. (1980) en Doñana la asociación *Anacyclo radiati-Hordeetum leporini* aportando un solo inventario realizado en Matalascañas. Estos autores indican que se trata de una comunidad introducida en el territorio y que a medida que el medio vaya eutrofizándose, mayor será su extensión. El inventario lo adscriben a la subasociación *arctothecetosum calendulae*, propia de los arenales litorales nitrificados y pisoteados. Dan esta asociación como frecuente en las vetas muy pastoreadas de la marisma arcillosa y sobre todo, en las áreas transformadas en regadíos. Durante este estudio no se ha registrado esta comunidad.

V.B. VEGETACIÓN DE LINDE RO DE BOSQUE Y MEGAFÓRBICA

18. *Cardamino hirsutae-Geranietea purpurei*

Comunidades de terófitos de floración primaveral o veraniega creciendo dentro o fuera del bosque y en orlas de matorral, algo nitrificadas, en semi-sombra, y de suelos ricos en materia orgánica.

18a. *Cardamino hirsutae-Geranietalia purpurei*

De distribución mediterránea-submediterránea y clima oceánico templado presentes en el sur de Europa y el Zagreb.

18.1. *Parietarion lusitanico-mauritanicae*

Las comunidades de *Urtico dubiae-Anthriscetum caucalidis* están incluidas, según Rivas-Martínez & al. (2001) en la alianza *Geranio-Anthriscion caucalidis*, de distribución meso-supramediterránea e infra a mesotemplada del mediterráneo occidental, Islas Canarias y costa Cantábrico-Atlántica. Estas comunidades fueron descritas por Rivas-Martínez & al. (1980) en Doñana, siendo su ubicación más propia en el orden *Parietarion lusitanico-mauritanicae* de distribución termo y mesomediterránea cálida del mediterráneo occidental.

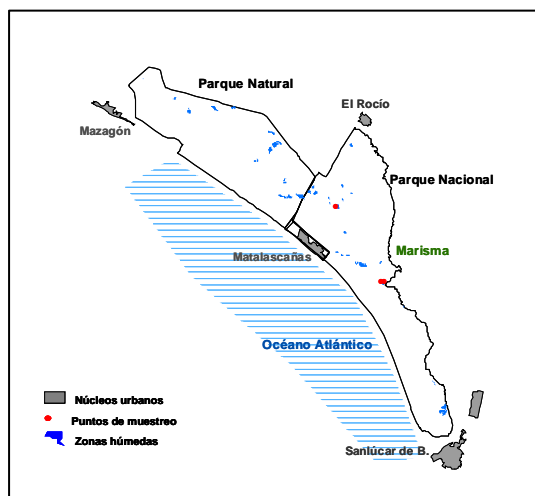
En el presente estudio se incluyen las dos comunidades pertenecientes a esta clase bajo *Parietarion lusitanico-mauritanicae* ya que el área de estudio se encuentra en el termomediterráneo.

18.1.1. *Urtico dubiae-Anthriscetum caucalidis* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Fisionomía y estructura: Pastizales de pequeños terófitos efímeros de floración primaveral.

Distribución mundial: Según Rivas-Martínez & al. (1980) la asociación debe de tener una distribución que abarca las subprovincias Gaditano-Algaviense y Luso-Extremadurensis.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 39): Pastizales esciófilos y húmicolas que se desarrollan al pie de alcornoques e incluso eucaliptos, sobre suelos arenosos que tienen una materia orgánica poco ácida que se humifica bien (Rivas-Martínez & al. 1980). En el área de estudio se ha muestreado bajo algarrobo y bajo un lentisco de gran talla.



Mapa 39. Distribución de las comunidades muestreadas de *Urtico dubiae-Anthriscetum caucalidis*

Composición florística: La comunidad está caracterizada por la presencia de *Anthriscus caucalis*, *Urtica membranacea* y *Urtica urens* (Tabla 32). Presenta elementos en común con la otra asociación que se ha registrado en Doñana perteneciente a la misma clase *Geranio purpurei-Galietum minutuli* como *Cardamine hirsuta* y *Stellaria media*, aunque se diferencia de ésta, en que el carácter nitrófilo de la comunidad es más acusado. La presencia de animales, unido al hozamiento de los jabalíes, y la mayor humedad edáfica donde crecen estos árboles y arbustos, hace que la materia orgánica sea de naturaleza diferente a la que se presenta bajo las sabinas y enebros, donde se desarrollan las comunidades de *Geranio purpurei-Galietum minutuli*, que se caracteriza por una rápida descomposición y mineralización (Rivas-Martínez & al., 1980).

Sintaxonomía: Comunidad descrita en Doñana por Rivas-Martínez & Costa en Rivas-Martínez & al. (1980) bajo el nombre de *Urtico membranaceae-Anthriscetum caucalidis*. Estos autores, dan esta comunidad como una vicariante del *Galio aparinellae-Anthriscetum caucalidis* descrita por Rivas-Martínez (1978) para la meseta, es posible que por esta razón la incluyan en el orden *Geranio-Anthriscion caucalidis*, siendo más lógico por su distribución, incluirla en *Parietarion lusitanico-mauritanicae*.

Situación en el paisaje: La presencia de estos pastizales, está ligada a la existencia de grandes alcornoques, eucaliptos o lentiscos que generan unas condiciones de sombra humedad y contenido en materia orgánica muy diferentes a las existentes fuera de su influencia. Su persistencia está también ligada al uso que los animales hacen de estos lugares frescos, que utilizan como cobijo. En el momento que este microclima desaparece estos pastizales no pueden desarrollarse en el territorio.

Contactan con los pastizales característicos de las arenas no nitrificadas y con menor humedad edáfica pertenecientes a la clase *Helianthemetea guttati*.

Rivas-Martínez & al. (1980) consideran que esta comunidad debe integrarse en el ecosistema maduro del alcornocal termófilo.

Grado de protección: No se contempla la protección de esta comunidad en la Directiva Hábitat (Real Decreto 1997/1995).

18.1.2. Geranio purpurei-Galietum minutuli Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

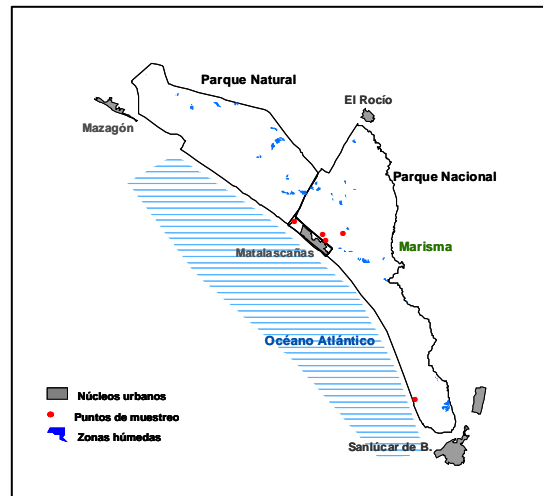
Fisionomía y estructura: Pastizales de pequeños terófitos de floración primaveral o veraniega desarrollándose, dentro o fuera de bosques y orlas de matorral.

Distribución mundial: Provincia Luso-Andaluza Litoral.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 40): Pastizales anuales creciendo en suelos algo nitrificados, en semi-sombra y ricos en materia orgánica. En Doñana, según Rivas-Martínez & al (1980) se desarrolla bajo la sombra de las sabinas y los enebros de talla elevada, beneficiándose de la rápida descomposición de la materia orgánica bruta,

acumulada bajo estos arbustos, además del incremento en sustancias nitrogenadas por la rápida mineralización del mantillo tras las lluvias invernales.

En la zona de estudio, estos pastizales se han detectado ligados a dos tipos de sabinares y la interpretación que se ha realizado de los mismos en el presente estudio ha sido diferente. En primer lugar se registraron formando parte del cortejo de sabinares muy densos y umbrófilos presentes en la finca de Marismillas. Dichos sabinares, se han descrito en el presente trabajo como una nueva subasociación (*Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae galietosum minutuli*), incluyéndose estos pastizales como parte del cortejo florístico característicos de los mismos.



Mapa 40. Distribución de las comunidades muestreadas de *Geranio purpurei-Galietum minutuli*.

En segundo lugar, se registró su presencia en sabinares más xéricos, de manera aislada bajo algunos ejemplares de sabina y en una ocasión de enebro. En estos lugares estos pastizales se refugian bajo los ejemplares de matorral de gran talla, que generan un microclima idóneo para su desarrollo, determinando la cobertura de las sabinas los límites de su zona de crecimiento. En la Tabla 33 se incluyen los inventarios realizados bajo estos ejemplares aislados de sabina o enebro que forman comunidades abiertas. En este caso, estas comunidades de pastizal se encuentran contactando con las pertenecientes a *Helianthemetea guttati*, ricas en elementos más xéricos y con menor afinidad por los medios nitrogenados.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=16,2$ ($\max=19$ y $\min=12$) y su diversidad media es de $H'=3,77$ ($\max=4,01$ y $\min=3,35$) (Tabla 33). Las especies que caracterizan a estos pastizales son *Geranium purpureum*, *Galium minus*, *Myosotis ramosissima* y *Cardamine hirsuta*. El cortejo lo componen algunos taxones pertenecientes a *Stellarietea*, dado el carácter nitrófilo de esta comunidad, como *Stellaria media*, *Stellaria pallida*, *Carduus meoanthus* y *Centaurea melitensis*.

Sintaxonomía: Comunidad descrita por Rivas-Martínez & al. (1980) en Doñana bajo sabinas y enebros, a pesar de que en las tablas de los inventarios la sabina no tiene un valor superior a un 5%. Estos autores describen la subasociación *ranunculetosum parviflori*, como una variante, indicativa de suelos más pisoteados y nitrificados.

Posteriormente, Pérez-Latorre & al. (2002) citan la comunidad en la cuenca del Guadiamar, bajo acebuches.

Neto (2002) cita a estos pastizales en los sabinares de *Juniperus turbinata* presentes en la Península de Troia (Distrito Sadense), resaltando la necesidad de que el sabinar presente ejemplares adultos de sabina, que bajo su sombra permitan el acúmulo de materia orgánica,

y se desarrollen suelos con un mayor retención de agua, requerimientos indispensables para el desarrollo de estas comunidades.

En el presente estudio se ha registrado siempre, bajo una cobertura de enebro o sabina del 100%, no apareciendo fuera de las mismas, salvo alguna de las especies que la integran de manera aislada, no el conjunto que da lugar a la comunidad.

El análisis matemático ha incluido los inventarios realizados en individuos aislados de los sabinares más xéricos, con los realizados en los sabinares densos de Marismillas, ya que en ambos casos, la cobertura de las sabinas fue del 100%. Estos inventarios se han separado en dos grupos diferentes, considerando que son situaciones distintas las que dan lugar a la presencia de este conjunto de especies. El primer grupo, que se corresponde con el descrito en este apartado, incluye pastizales aislados donde sólo se muestreó bajo un arbusto. El segundo se trata de sabinares muy sombreados donde este pastizal está integrado como parte del conjunto de la comunidad de sabinar. Para este segundo caso, en el presente trabajo se describe una nueva subasociación de sabinar (*Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae galietosum minutuli*) con la intención de remarcar dichas diferencias.

Situación en el paisaje: Rivas-Martínez & al. (1980) la integran en la etapa madura de los sabinares y enebrales. Al ser una comunidad que depende de la presencia de sabinas y enebros para su desarrollo, no presenta ningún estadio de sucesión, aparece cuando existen las condiciones idóneas, que coinciden con una etapa madura del sabinar o enebral.

Estos pastizales se encuentran en contacto con los pastizales anuales heliófilos de *Helianthemetea guttati*, que se desarrollan fuera de la influencia de las sabinas, sobre arenas más sueltas y con menor contenido en sustancias nitrogenadas.

Grado de protección: No se contempla la protección de esta comunidad en la Directiva Hábitat (Real Decreto 1997/1995).

VI. VEGETACIÓN PRATENSE Y PASCÍCOLA

VIA. PASTIZALES TEROFÍTICOS

19. *Helianthemetea guttati*

Comunidades efímeras de primavera temprana y principios de verano, dominadas por terófitos no nitrófilos. De distribución termo a oromediterráneo inferior, seco y pluviestacional, también se presentan en regiones mediterráneas de termo a mesotempladas, pero localizadas sobre suelos iniciales o muy secos dentro de la región eurosiberiana, en su mayoría en zonas esteparias o submediterráneas.

19a. *Malcolmietalia*

Comunidades sobre suelos arenosos profundos, y paleodunas costeras o continentales en el mediterráneo oriental.

19.1. *Hymenocarpo hamosi-Malcolmion trilobae*

De distribución termo-mesomediterránea euoceánica del oeste mediterráneo y de la costa lusitano-andaluza.

Rivas-Martínez & al. (1980) incluyen bajo esta alianza la comunidad de *Paronychia cymosa* y *Airopsis tenella*, descrita en los suelos arenosos que bordean a las sabinas, donde las condiciones de acidez y cohesión de las arenas, son mayores que en las zonas más alejadas del árbol, por efecto de la materia orgánica poco humificada y muy ácida que se acumula al pie. En estas condiciones las comunidades de *Linario donyanae-Loeflingietum baeticae* no se desarrollan bien y dan paso a las de *Paronychia cymosa* y *Airopsis tenella*. Éstos autores consideran estas comunidades como de transición hacia *Tuberarion guttatae*. En el presente estudio no se ha registrado esta comunidad.

19.1.1. *Linario donyanae-Loeflingietum baeticae* Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

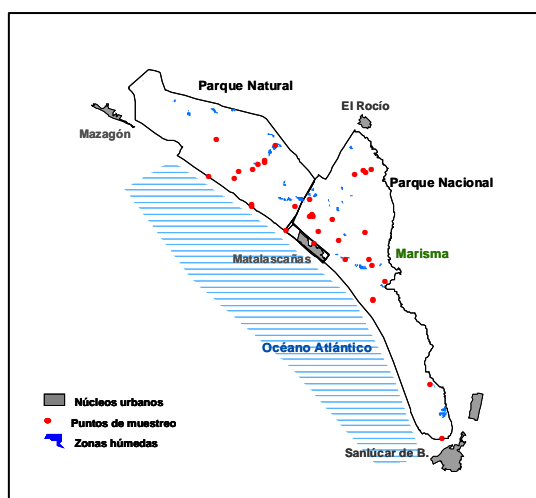
Fisionomía y estructura: Pastizales efímeros de terófitos psamófilos, de floración temprana. Son comunidades abiertas variando la cobertura del 20% al 90%, donde predominan las especies de pequeña talla.

Distribución mundial: Litoral Onubense.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 41): Aparecen sobre suelos arenosos profundos y paleodunas costeras o continentales. En el área de estudio se presentan en claros de matorral en la parte más alta de las dunas fósiles, donde la arena está más suelta, y sobre todo en cortafuegos situados en las zonas más xéricas donde el freático está más alejado de superficie y se ha eliminado todo tipo de vegetación arbustiva y arbórea. Colonizan arenas estabilizadas no nitrificadas pobres en nutrientes. Se presentan a lo largo de toda la zona de estudio, actuando los cortafuegos o desbroces del matorral como

hábitats idóneos para el desarrollo de estas comunidades, luego se ven favorecidas por algunas actividades antrópicas.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=14,5$ (max=43 y min=2) y su diversidad media es de $H'=3,5$ (max=5,29 y min=1) (Tabla 34). Las especies que la caracterizan son *Vulpia membranacea*, *Malcolmia triloba*, *Erodium aethiopicum*, *Linaria tursica* y *Loeflingia baetica*. Hay que destacar, la abundancia en estos pastizales de especies endémicas como *Linaria tursica*, endemismo del suroeste ibérico cuya área de distribución está prácticamente restringida a Doñana y está incluida en el Anexo II de la Directiva Hábitat como especie de interés comunitario; *Vulpia fontquerana* endemismo ibérico cuya presencia en Doñana está relegada a estas comunidades al igual que *Arenaria algarbiensis* y *Arenaria conimbricensis* ambos también endemismos ibéricos.



Mapa 41. Distribución de las comunidades muestreadas de *Linario donyanae-Loeflingietum baeticae*.

Los inventarios con mayor cobertura de *Andryala arenaria*, *Spergula arevensis*, *Carduus meonanthus* y *Chamaemelum mixtum* son aquellos que reflejan un ligero aumento del contenido en nitrógeno, representando un estadio de transición hacia comunidades de *Linario viscosae-Carduetum meonanthi*.

Aquellos inventarios que tienen mayor presencia de especies como *Linaria spartea*, *Logfia minima*, *Rumex bucephalophorus*, *Ornithopus pinnatus* y *Xolantha guttata*, características del orden *Helianthemetalia guttati*, reflejan una mayor compactación de las arenas y un aumento de la materia orgánica.

Los inventarios 30, 31 y 32 de la Tabla 34 separados por el análisis matemático como un grupo diferente, se han incluido en esta comunidad a pesar de su pobreza en especies, por la presencia de los dos taxones que definen a la asociación *Linaria tursica* y *Loeflingia baetica*. Los inventarios se realizaron en los huecos existentes entre las camarinas en las zonas altas del Asperillo, donde la alta movilidad de las arenas y las condiciones de xericidad extremas no permiten que se desarrollen pastizales más diversos.

En la Tabla 34 de la comunidad el inventario 27 destaca por su alta riqueza específica y su cortejo florístico, se trata de un inventario realizado en una cuneta del Parque Natural que debe considerarse como un pastizal de transición entre las comunidades de *Linario donyanae-Loeflingietum baeticae* y los pastizales subnitrófilos o nitrófilos de la clase *Stellarietea*.

El inventario 2 de la Tabla 34 presenta una alta cobertura de *Halimium halimifolium*, así como otras especies de matorral como *Stauracanthus genistoides* y *Lavandula stoechas* subsp. *sampaioana*. El análisis matemático lo ha incluido en este grupo por la alta cobertura de especies más propias de los pastizales objeto de descripción, que del monte

blanco. Se trata de un muestreo realizado en una zona desbrozada, donde coexisten las etapas más tempranas de la sucesión, como son estos pastizales xéricos, con las etapas más evolucionadas de matorral pertenecientes a comunidades de *Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis*. Este inventario, junto con al inventario 1, se debe interpretar como reflejo de un estado sucesional intermedio o transaccional entre una y otra etapa.

Sintaxonomía: Comunidad descrita en las dunas fósiles, en las arenas sueltas entre los huecos del matorral, donde no se desarrollan comunidades arbustivas (Costa & al. 1977).

Situación en el paisaje: Estos pastizales efímeros, a medida que el suelo se enriquece de materia orgánica, y se compacta pasan a pastizales pertenecientes a otros órdenes de la clase *Helianthemetea guttati* como *Helianthemetalia guttati*. Si se nitrifican en exceso pasan a formar comunidades de *Linario viscosae-Carduetum meonanthi* pertenecientes a la clase *Stellarietea*.

Si la humedad edáfica aumenta, desaparecen ya que dejan de ser competitivos, instalándose en los arenales abiertos más húmedos comunidades pertenecientes a la clase *Isoeto-Nanojuncetea*. Rivas-Martínez & al. (1980) las sitúa adyacentes a los matorrales sabulícolas de (*Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis*), a la asociación de líquenes terrícolas (*Cladietum mediterranea*) y sobre todo a los sabinares de las dunas (*Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae*).

En el presente estudio también se han registrado entre los ejemplares de *Corema album*, integrantes de las comunidades de *Stauracantho genistoidis-Corematetum albi*, donde se dan las versiones más pobres en especies de estos pastizales.

En la sucesión ocupan la última etapa de degradación de la serie edafoxerofila del sabinar, etapa madura de las arenas estabilizadas, en las zonas donde el freático está a mayor profundidad.

Grado de protección: Hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Dunas con céspedes de Malcolmietalia*. (Real Decreto 1997/1995) código 2230 (Bartolomé & al., 2005).

19b. *Cutandietalia maritimae*

Comunidades de zonas costeras de dunas móviles e influencia del viento marino. De distribución Mediterráneo y Cantábrico-Atlántico.

19.2. *Linarion pedunculatae*

Presentes en la provincia Bética y en las costas Lusitano-Andaluza, Murciano-Almeriense y Tingitana.

Bajo esta alianza Rivas-Martínez & al. (1980) describen en Doñana dos comunidades: comunidad de *Ononis variegata* y *Silene littorea* y comunidad de *Linaria munbyana* var. *pygmaea*.

La primera la sitúan en el borde interior de las playas cercanas al faro de Marismillas, como una comunidad de terófitos de pequeño porte, que alterna con matorral vivaz de dunas costeras semifijas de *Artemisio crithmifoliae*-*Armerietum pungentis*. Esta comunidad no se ha detectado durante el presente estudio.

La segunda la sitúan sobre los suelos arenosos de las dunas litorales en Marismillas, como una comunidad de terófitos fugaces dominada por el endemismo gaditano-onubo-algarviense y tingitano *Linaria munbyana* var. *pygmaea*.

Rivas-Goday (1957b) describe la comunidad “*Senecio gallicus* exquameus et *Anthyllis hamosa*” como pastizales de tendencia subnitrófila dominados por *Senecio gallicus* y *Anthyllis hamosa*. Este autor propone una subasociación donde *Linaria munbyana* es una de las especies diferenciales junto con *Galium minus*, *Arenaria leptoclados*, *Cerastium glutinosum* Fr. y *Crassula tillaea*. Los inventarios correspondientes a esta subasociación se realizaron en los arenales de La Algaida cercanos a la desembocadura del Guadalquivir, en Sanlúcar de Barrameda, actualmente integrados dentro del Parque Natural de Doñana. Este autor incluye estos pastizales bajo la alianza *Anthyllideto-Malcolmion* que define, como arenas lavadas costeras, silíceas ácidas o neutras con muy escasa proporción de carbonatos, o muy pequeña de sales.

Rivas-Martínez & al. (1980) integran a la comunidad de *Linaria munbyana* bajo la alianza *Linarion pedunculatae*, donde se agrupan las comunidades de terófitos efímeros sometidos directamente a la influencia del viento marino, cargado de partículas de mar, que tiende a enriquecer la superficie del suelo.

En el presente estudio se han realizado dos inventarios cerca del Faro de Marismillas en los que aparece *Linaria munbyana* var. *pygmaea* que se han adscrito de acuerdo con Rivas-Martínez & al. (1980) a la alianza *Linarion pedunculatae*. Se transcriben a continuación:

Bromus macrantherus 2, *Polycarpon tetraphyllum* +, *Hypochaeris glabra* +, *Linaria spartea* +, *Brachyodium dystachion* 1, *Cerastium glomeratum* 2, *Asterolinon linum-stellatum* +, *Erodium aethiopicum* +, *Lathyrus angulatus* 2, *Medicago minima* 1, *Crepis capillaris* +, *Lobularia lybica* +, *Pseudorlaya pumila* +, *Linaria munbyana* +, *Minuartia hybrida* +, *Arenaria leptoclados* +, *Silene gracilis* + *Chamaesyce peplis* +. (Inventario nº1103: Parque Nacional, cortafuegos de Marismillas. 29SQA3379. 2-IV-2007).

Bromus macrantherus 3, *Trifolium scabrum* 1, *Polycarpon tetraphyllum* +, *Brachypodium dystachion* 1, *Medicago littoralis* 1, *Asterolinon linum-stellatum* +, *Vulpia membranacea* 1, *Erodium aethiopicum* +, *Vicia angustifolia* 2, *Medicago minima* +, *Centranthus calcitrapae* +, *Lobularia lybica* +, *Lotus creticus* 1, *Silene micropetala* +, *Pseudorlaya pumila* +, *Linaria munbyana* +. (Inventario nº1100: Parque Nacional, cortafuegos cercano al Faro de Marismillas. 29SQA3379. 2-IV-2007).

Estos inventarios han sido realizados en arenas semifijas cercanas a la costa, expuestas a la influencia del viento cargado de sales. Por la presencia de especies como *Bromus macrantherus* y *Medicago littoralis* se puede deducir, que los suelos presentan cierta cantidad de partículas finas, que les confiere mayor estabilidad y capacidad de retener humedad, comparado con los sustratos arenosos más móviles y xéricos. Estos dos taxones

son muy abundantes en los pastizales que acompañan a las comunidades de *Artemisia crithmifoliae*-*Armerietum pungentis* en el corral del Inglesillo. Además se presentan taxones como *Lobularia lybica* y *Chamaesyce peplis* cuya presencia en el área de estudio está relegada a estos lugares.

Los inventarios realizados en el territorio presentan elementos florísticos comunes tanto con los aportados por Rivas-Goday (1957b) de la Algaida, como con los que Rivas-Martínez & al. (1980) incluyen para describir la comunidad de *Linaria munbyana* var. *pygmaea*.

Respecto a los propuestos por Rivas-Goday (1957b), los inventarios realizados en Marismillas, no presentan ninguna de las especies que este autor propone como características de la comunidad, sin embargo sí aparecen las diferenciales de la variante propuesta en La Algaida. En general, los inventarios aportados por este autor son más ricos en elementos de *Malcolmietalia* que los realizados en el territorio, presentándose especies como *Loeflingia baetica*, *Vulpia membranacea* y *Leucojum tricophyllum*.

De los dos inventarios realizados en el territorio, el nº1103, es el que más se asemeja a los descritos por Rivas-Goday (1957b) ya que presenta además de *Linaria munbyana* el resto de las especies diferenciales de la subasociación. En el segundo, nº1100, se pierden algunas de las especies diferenciales y tan solo se presenta *Linaria munbyana*.

Si se comparan con los que incluyen Rivas-Martínez & al. (1980), los inventarios realizados en el presente estudio presentan una alta cobertura de *Bromus macrantherus*, especie que no aparece en los propuestos por estos autores; y no presentan taxones como *Malcolmia littorea* y *Silene littorea*, propios de lugares más cercanos a la costa.

A modo de resumen, se puede decir que los inventarios realizados en el presente estudio, se han encuadrado en la alianza *Linarion pedunculatae* por su ecología y composición florística, y que presentan características intermedias entre los realizados en el territorio de estudio por Rivas-Goday (1957b) y Rivas-Martínez & al. (1980). No obstante estas comunidades deberían de estudiarse en profundidad, para conseguir aunar criterios y englobarlos en una sola comunidad, que recoja la variabilidad que presentan.

Las comunidades de *Linarion pedunculatae* se consideran hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Dunas con céspedes de Malcolmietalia* (Real Decreto 1997/1995) código 2230 (Bartolomé & al., 2005).

VLB. PASTIZALES Y PRADOS VIVACES XEROFÍTICOS Y MESOFÍTICOS

20. *Stipo giganteae-Agrostietea castellanae*

Pastizales silicícolas de gramíneas perennes ricos en endemismos, constituyendo comunidades de degradación de bosques de *Quercus rotundifolia*, *Quercus suber*, *Quercus faginea*, *Quercus broteroi* y *Quercus pyrenaica*.

20a. *Agrostietalia castellanae*

Comunidades de distribución meso y supramediterránea, de seco a húmeda, y submediterránea del oeste ibérico mediterráneo y oeste orocantábrico, pero también presentes en territorios biogeográficos aledaños, llegando localmente hasta los valles del Rif.

20.1. *Agrostion castellanae*

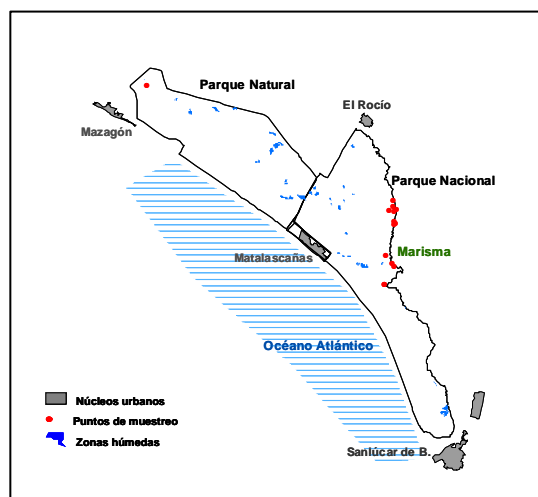
Comunidades en praderas con una fuerte presión de herbívoros.

20.1.1. *Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae* Allier & Bresset 1977

Fisionomía y estructura: Praderas con fuerte presencia de herbívoros dominadas por hemcriptófitos y terófitos. Son comunidades muy diversas y con gran cobertura, que forman un tapiz continuo en el que destacan *Armeria gaditana* y *Asphodelus aestivus* por ser las de mayor talla.

Distribución mundial: Sector Gaditano-Onubo Litoral y sector Algarviense.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 42): Rivas-Martínez & al. (1980) sitúan esta comunidad en los bordes arenosos de la marisma, y en áreas edáficas análogas como las grandes lagunas, donde bordea exteriormente a los juncuales higrófilos. En el territorio se ha registrado como muy abundante en la zona del manto arrasado, donde se desarrolla sobre todo en la vera, en bordes de lagunas y en algunos brezales muy húmedos abiertos por la acción del ganado.



Mapa 42. Distribución de las comunidades muestreadas de *Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae*.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=26,7$ ($\max=36$ y $\min=20$) y su diversidad media es de $H'=4,5$ ($\max=4,99$ y $\min=4,15$) (Tabla 35). Caracterizada por la presencia de *Armeria gaditana*, *Asphodelus aestivus*, *Gaudinia fragilis* y *Anthoxanthum aristatum* subsp. *macranthum*. Son pastizales que presentan una

gran diversidad, con elementos florísticos de todas las comunidades con las que contactan. El mosaico de pastizales que se presenta en la vera, siguiendo un gradiente de humedad edáfica, inundación temporal y contenido en limos y salinidad de las aguas, hace que los pastizales sean variados y que se produzcan situaciones ecotónicas entre ellos, compartiendo muchos elementos florísticos.

Estas comunidades son ricas en especies de la clase *Isoeto-Nanojuncetea* como *Chaetopogon fasciculatus*, *Isoetes histrix*, *Silene laeta*, *Lotus hispidus* e *Illecebrum verticillatum*. Comparten especies con los pastizales perennes del borde de la vera como *Cynodon dactylon* y *Carex divisa*, con pastizales nitrificados de suelos ligeramente húmedos como *Anagallis arvensis*, *Chamaemelum mixtum* y *Vulpia alopecurus* y con pastizales de *Helianthemetea guttati* como *Leontodon taraxacoides*, *Ornithopus sativus* subs. *isthmocarpon* y *Tolpis barbata*. También cabe destacar la presencia de *Micropyropsis tuberosa*, incluida en el Anexo II de la Directiva Hábitat como especie de interés comunitario, abundante en estas comunidades, sobre todo, en aquellas zonas que están protegidas frente a los herbívoros.

Sintaxonomía: Comunidad descrita por Allier & Bresset (1977) como pastizales ligeramente nitrificados sobre sustratos arenosos húmedos, estos autores indican la alta presencia de la comunidad en las zonas de descarga desde los cotos o arenas estabilizadas a la marisma (manto arrasado). Posteriormente corregida por Rivas-Martínez & al. (1980), que la denominaron *Centaureo exaratae-Armerietum gaditanae*, ya que Allier & Bresset (1977) determinaron mal una de las especies características de la asociación, dando *Asphodelus aestivus* por *Asphodelus cerasifer*, que no está presente en Doñana.

Situación en el paisaje: Como indican Allier & Bresset (1977) en su descripción de la comunidad, existe un gradiente de humedad desde la marisma al matorral de las arenas estabilizadas. Este gradiente además se ve modificado por la presencia de caños o pequeños cauces temporales de escorrentía que discurren de manera perpendicular al gradiente anterior. La presencia de estos caños modifica el relieve añadiendo otro factor de variabilidad de la humedad edáfica. Todo esto hace que los gamonales presentes en la vera puedan contactar, tanto con pastizales menos húmedos pero algo nitrificados de *Chamaemelum mixti-Vulpietum alopecuroidis*, como con los pastizales muy húmedos pero con poco grado de nitrificación dominados por terófitos de *Isoeto-Nanojuncetea*, así como con juncuales higrofitos dominados por *Juncus acutus* o *Juncus maritimus*.

En cuanto a la sucesión, estos pastizales según Rivas-Martínez & al. (1980) y Valle (2004) representan una etapa avanzada de sustitución del alcornocal termófilo, siendo comunidades que se ven favorecidas cuando la presión de herbivoría es alta, en zonas donde el nivel freático está cercano a la superficie.

Grado de protección: No se contempla la protección de esta comunidad en la Directiva Hábitat (Real Decreto 1997/1995).

20.1.2. Gaudinio fragilis-Agrostietum castellanae Rivas-Martínez & Belmonte 1986

Rivas-Martínez & al (1980) describen una comunidad de *Gaudinia fragilis* y *Agrostis castellana* en la que incluyen dos inventarios realizados en La Algaída. La definen como

pastizales anuales o vivaces que se desarrollan sobre suelos arenoso-limosos sometidos, durante una corta época del año a un ligero hidromorfismo. Más tarde Rivas-Martínez & Belmonte (1985) proponen la asociación *Gaudinio fragilis-Agrostietum castellanae*, definiéndola como vallicares de óptimo Luso-Extremadurese y termomediterráneo, con especies anuales de *Tuberarietalia* preponderantes.

Posteriormente citada por De las Heras (2007) en Moguer y Almonte, en los cursos de aguas temporales que forman la cuenca del Arroyo de la Rocina, afirmando que el cortejo florístico es rico en elementos de *Isoeto-Nanojuncetea* e *Isoeto-Littorelletea*.

En el presente estudio no se ha registrado esta comunidad, aunque sí se ha detectado la presencia de las dos especies que la caracterizan *Gaudinia fragilis* y *Agrostis castellana*; siendo la primera muy abundante en los pastizales húmedos de la vera, y la segunda en comunidades de *Hyperico elodis-Schoenetum nigricantis*.

VIC. VEGETACIÓN DE PRADERAS ANTROPIZADAS POR SIEGA Y PASTOREO

21. *Molinio-Arrhenatheretea*

Pastizales y praderas abonados por presencia de ganado, de mesófilas a húmedas, sobre suelos profundos y húmedos. Muy desarrolladas en lugares antropizados y pastoreados de zonas templadas, boreales y mediterráneas de todo el mundo, teniendo su óptimo y origen en Euroasia.

21a. *Molinietalia caeruleae*

Pastizales y praderas en suelos permanentemente húmedos, generalmente sobre suelos turbosos, ocasionalmente segados. Distribución euroasiática.

21.1. *Juncion acutiflori*

Pastizales de aspecto juncoide, generalmente sin presencia de abono animal, sobre suelos salobres o minerales turbosos, con distribución termo-supratemplada y mediterránea oceánica.

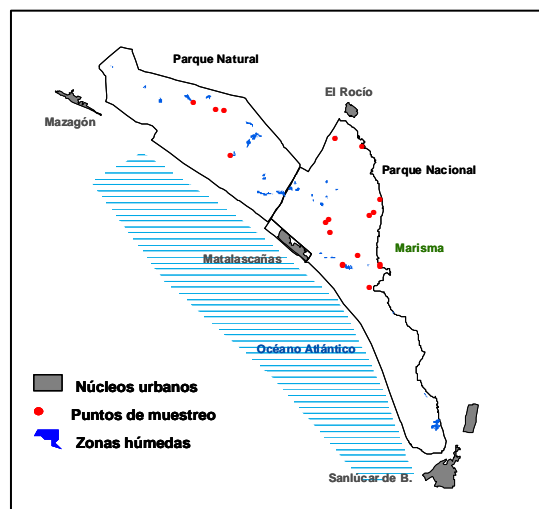
21.1.1. *Juncetum rugoso-effusi* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Fisionomía y estructura: Juncal dominado por hemcriptófitos higrófilos y terófitos con una alta cobertura, que en el total de los inventarios adquiere valores del 100%.

Distribución mundial: Suroeste de la Península Ibérica.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 43): Suelos oligotrofos profundos que presentan un horizonte de gley o pseudogley en profundidad (Rivas-Martínez & al., 1980). En el área de estudio es una comunidad frecuente y ampliamente distribuida en las zonas húmedas higróturbosas, que mantienen una hidromorfía prolongada a lo largo de todo el año, siendo la humedad edáfica alta, incluso tras la desecación durante la época de estiaje.

Mapa 43. Distribución de las comunidades muestreadas de *Juncetum rugoso-effusi*.



Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=13,8$ ($\max=24$ y $\min=2$) y su diversidad media es de $H'=3,4$ ($\max=4,43$ y $\min=0,94$) (Tabla 36). La especie característica es *Juncus effusus* acompañado por un cortejo muy diverso en el que abundan hemcriptófitos y terófitos higrófilos, ligados a humedales más o menos temporales de carácter turboso y de óptimo atlántico. Las gramíneas tapizantes como *Agrostis stolonifera*

y *Panicum repens* presentan altos grados de cobertura en estas comunidades. Destacar la presencia en estos juncales de especies como *Scorzonera fistulosa* y *Juncus* × *donyanae* poco frecuentes en el territorio y que encuentran, entre otras, en estas comunidades un refugio frente a su principal amenaza: la alta presión de herbivoría existente en el área de estudio y la remoción del terreno por el hozamiento de los jabalíes. La primera de ellas incluida, como se ha indicado con anterioridad, en peligro crítico tanto a nivel regional como provincial (Cabezudo & al., 2005; Bañares & al., 2003).

Rivas-Martínez & al. (1980) reconocen como especies características de esta comunidad a *Poa trivialis* subsp. *sylvatica*, *Lotus pedunculatus*, *Scorzonera fistulosa*, *Carum verticillatum* y *Juncus acutiflorus* subsp. *rugosus*, todas ellas presentes en los inventarios de estos juncales realizados en el presente estudio, menos las dos últimas que se han detectado ligadas a otro tipo de comunidades hidrófilas.

Sintaxonomía: Comunidad descrita en Doñana por Rivas-Martínez & Costa en Rivas-Martínez & al. (1980), reconociendo estos autores su parecido con las comunidades de *Lobelio urentis*-*Lotetum pedunculati* descritas por Rivas-Goday (1964) en la cuenca extremeña del Guadiana.

Situación en el paisaje: Contacta con comunidades de *Junco emmanuelis*-*Eleocharitetum multicaulis* cuando la hidromorfía disminuye, y cuando ésta aumenta con comunidades de *Glycerio declinatae*-*Eleocharitetum palustris* o *Scirpo fluitantis*-*Juncetum heterophylli*.

Rivas-Martínez & al. (1980) y Pérez-Latorre (2002) dan estos juncales como etapas degradadas de las fresnedas. Sin embargo, Neto (2002), Valle (2003) y Salazar & Valle (2005) los incluyen en la serie de degradación de las comunidades de sauces correspondiente a *Viti viniferae*-*Salicetum atrocinnereae*.

En el territorio se ha observado en contacto, tanto con comunidades de brezales higrófilos de *Erico ciliaris*-*Ulicetum minoris*, incluidas en la serie de las fresnedas, como en sotos donde predominan las saucedas como etapa madura.

Grado de protección: No se contempla la protección de esta comunidad en la Directiva Hábitat (Real Decreto 1997/1995).

21b. *Holoschoenetalia vulgaris*

Pastizales verdes en verano, creciendo en suelos profundos y húmedos de distribución mediterránea.

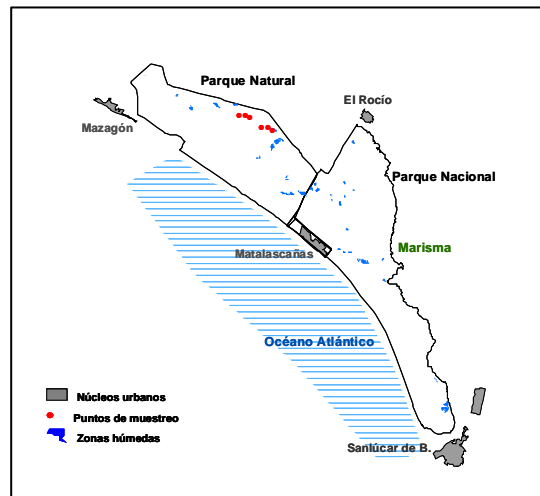
21.2. *Molinio-Holoschoenion vulgaris*

Pastizales de juncáceas termo-supramediterráneas.

21.2.1. *Hyperico elodis-Schoenetum nigricantis* ass. nova

Fisionomía y estructura: Comunidad dominada por nanofanerófitos y hemicriptófitos higrófitos de gran talla (*Molinia caerulea* subsp. *arundinacea* y *Schoenus nigricans*). Las cepas de *Molinia caerulea* subsp. *arundinacea* están elevadas sobre el suelo, formando una serie de canales inundados donde se instalan terófitos y hemicriptófitos higrófilos de menor talla. La cobertura total es del 100%, en la mayoría de los casos dominando el estrato herbáceo sobre el arbustivo.

Distribución mundial: Distrito Onubense Litoral.



Mapa 44. Distribución de las comunidades muestreadas de *Hyperico elodis- Molinietum arundinaceae*.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 44): Se propone esta asociación para denominar las comunidades dominadas por *Molinia caerulea* subsp. *arundinacea* y *Schoenus nigricans* que se desarrollan sobre suelos turbosos, formados por arenas silíceas pseudogleizadas. Estos suelos encharcados durante casi todo el año presentan una hidromorfía acusada, siendo la descomposición de la materia orgánica muy lenta, lo que da lugar a la formación de una capa de turba de color oscuro donde predominan los procesos anaerobios. En el área de estudio estas condiciones se dan en las zonas más deprimidas del manto eólico donde el freático está en superficie durante casi todo el año.

Las comunidades de *Hyperico elodis- Molinietum arundinaceae* se desarrollan en el vaso de dichas turberas. Se han registrado sólo en el Parque Natural, donde este tipo de formaciones está mejor conservada.

La presencia de *Schoenus nigricans* denota cierto contenido en carbonatos en el suelo, como reflejan muchos autores en la literatura sobre esta especie y sus comunidades (Rivas-Goday, 1945; Tyler, 1979; Críodáin & Doyle, 1997; Salazar & al. 2001). La presencia de este taxón, es indicativo de que las turberas presentes en Ribetehilos deben de tener cierto contenido en carbonatos, no conociéndose el origen de los mismos. Custodio & al. (2006) localizan aguas ricas en carbonatos en zonas cercanas al arroyo de la Rocina, situación en las que se podrían incluir las turberas de Ribetehilos.

En la zona de estudio se han registrado también comunidades dominadas por *Schoenus nigricans* en los primeros corrales húmedos de las dunas. En este caso la explicación del origen de los carbonatos es más sencilla, ya que la proximidad de la playa y los acúmulos de conchas en el suelo son los que originarían un suelo rico en carbonatos.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=19,67$ (max=24 y min=13) y su diversidad media es de $H'=4,09$ (max=4,45 y min=3,44) (Tabla 37). Las especies que caracterizan esta asociación son *Molinia caerulea* subsp. *arundinacea* y *Schoenus nigricans*. Dependiendo del grado de encharcamiento que presente el vaso, estas

comunidades están más o menos enriquecidas con elementos típicos del matorral de turbera como *Erica ciliaris*, *Ulex minor* y *Genista ancistrocarpa*, de la asociación *Erico ciliaris-Ulicetum minoris*, con la que contacta dando lugar a formas intermedias. Pero además presenta de forma característica otros elementos de *Molinio-Arrhenatheretea* (*Holcus lanatus* y *Juncus effusus*), de *Scheuchzerio-Caricetea fuscae* (*Anagallis tenella*) y, sobre todo, de *Isoeto-Litoretetea* (*Juncus bulbosus*, *Eleocharis multicaulis*, *Hypericum elodes* e *Isolepis fluitans*) que le confieren una independencia florística.

Formando parte del cortejo florístico de estas comunidades, se encuentran algunos taxones de gran valor botánico como *Scilla ramburei*, *Rynchospora modesto-lucenoi*, *Gentiana pneumonanthe*, *Simethis planifolia*, *Viola lactea* y *Sphagnum inundatum*. Se trata de elementos paleomediterráneos que ahora tienen su óptimo en zonas de mayor latitud y mayor influencia atlántica, y que encuentran su límite septentrional de distribución en estos enclaves, dependiendo su presencia en el territorio de la existencia de este tipo de hábitat tan singular.

Sintaxonomía: La nueva asociación aquí descrita, responde a la necesidad de caracterizar las comunidades dominadas *Molinia caerulea* subsp. *arundinacea* y *Schoenus nigricans* detectadas en la zona.

En la descripción de la asociación *Erico ciliaris-Ulicetum minoris* Rivas-Martínez & al. (1980) ya apuntan la presencia de *Molinia caerulea* subsp. *arundinacea* en sus inventarios, aunque con índices de abundancia inferiores a 2, pero en ninguno de ellos aparecía *Schoenus nigricans* y no presentaban la frecuencia y constancia de las especies higrófitas, antes mencionadas, que presentan los inventarios de esta asociación. Todos sus inventarios incluían gran abundancia de especies arbustivas, no existiendo en el elegido como *syntypus* otra especie herbácea aparte de *Molinia caerulea*, que se presenta con un 1 de abundancia. La ausencia de referencias a este tipo de comunidades en la obra de los citados autores puede deberse a que todos sus muestreos se realizaron en la zona del arroyo de la Rocina, donde tampoco De las Heras (2007) localizó inventarios de esta nueva asociación.

Tras la revisión de las comunidades descritas, dominadas por alguna de las dos especies, no se ha podido adscribir a ninguna de ellas. Se podría considerar *Hyperico elodis-Molinietum arundinaceae* una comunidad geovicariante de *Molinio arundinaceae-Schoenetum nigricantis*, descrita por Rivas-Goday (1945) en el País Vasco, como una comunidad de carácter atlántico-europeo presente sobre suelos arcillosos originados a partir de un sustrato de margas calizas. La convivencia de las dos especies que le dan nombre a la asociación (*Molinia caerulea* y *Schoenus nigricans*) la explica el autor, mediante una sucesión de un *Schoenetum* puro creciendo sobre suelos carbonatados, donde *Molinia caerulea* especie más acidófila, va colonizando la comunidad a medida que se modifican las condiciones edáficas de partida. La comunidad presente difiere en el carácter atlántico y en la naturaleza de los suelos donde se desarrolla, que implica a su vez diferencias en la composición florística, sin embargo la dinámica y la predominancia de las dos especies que caracterizan la comunidad, hace que puedan considerarse vicariantes.

En el sector oriental de Andalucía, existen otras comunidades descritas donde *Molinia caerulea* subsp. *arundinacea* es protagonista con *Schoenus nigricans* (Salazar & al., 2001), como *Molinio arundinaceae-Ericetum erigenae* presente en lechos rocosos, en cursos de

agua con escaso estiaje sobre dolomías y de distribución Sector setabense y el Malacitano-Almijariense continuando hasta el sector Rondeño; o *Hyperico caprifolii-Schoenetum nigricantis* propia de taludes rezumantes y cursos de agua muy superficial con aguas fuertemente carbonatadas. La naturaleza de los suelos, y la distribución de estas comunidades, hace que los inventarios realizados en el presente trabajo no se puedan adscribir a ninguna de ellas.

Se propone la inclusión de esta asociación en la clase *Molinio-Arrhenatheretea*, dada la dominancia florística y fisionómica que ejercen *Molinia caerulea* subsp. *arundinacea* y *Schoenus nigricans*, y por su condición de praderas húmedas afectadas por un enriquecimiento en nutrientes. Dentro de esta clase se sugiere el orden *Holoschoenetalia vulgaris* y la alianza *Molinio-Holoschoenion vulgaris*, por su situación termomediterránea. Se relacionaría pues con los sintaxones de esta alianza presentes en la Península Ibérica, mencionados anteriormente, de los cuales se diferenciaría en base a su composición florística y a sus características edáficas y bioclimáticas. Se ha elegido *Hypericum elodes* como especie que caracteriza a esta comunidad dada su afinidad a éste tipo de hábitat.

Situación en el paisaje: Estas comunidades permanentes sustituyen paulatinamente a los matorrales de turberas de la asociación *Erico ciliaris-Ulicetum minoris*, al aumentar el aporte de nutrientes y al enriquecerse el agua en carbonato cálcico, existiendo cambios fisionómicos, pasando de matorrales de la clase *Calluno-Ulicetea* a praderas típicas de *Molinio-Arrhenatheretea*. En este sentido se propone como *syntypus* el inventario 4 de la Tabla 37, precisamente por presentar una menor abundancia de elementos arbustivos, y por el contrario, una buena representación de las herbáceas higrófilas que caracterizan esta nueva asociación. Catenalmente contactan con madroñales de *Phillyreo angustifoliae-Arbutetum unedonis*, que se sitúan en una estrecha franja de terreno directamente sobre la línea de descarga del acuífero, y que suceden al monte blanco de *Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis*, que se sitúa en terrenos más elevados. Por el lado opuesto a la zona de descarga contactan directamente con el monte negro de *Erico scopariae-Ulicetum australis*.

En los canales encharcados que se forman entre las grandes macollas de las especies dominantes, se desarrollan comunidades de *Hyperico elodis-Potametum oblongi* y de pequeños juncales de *Anagallido tenellae-Juncetum bulbosi* y *Junco emmanuelis-Eleocharitetum multicaulis*, con las que comparten elementos florísticos.

La presencia de *Molinia caerulea* subsp. *arundinacea* en enclaves turbosos alcalinos donde habita *Schoenus nigricans*, es común en el norte de Europa (Tyler, 1981; Criódáin & Doyle, 1997), y parece estar condicionada por la fertilización del suelo por efecto del pastoreo (Tyler, 1979). Esto es cierto en el caso de las turberas del Parque Natural de Doñana, ya que en ocasiones son los únicos puntos húmedos durante el estiaje, por lo que reúnen grandes cantidades de herbívoros y ganado, lo que conlleva procesos de nitrificación. Además, este efecto podría también explicar la paulatina desaparición del matorral de turberas a favor de las praderas, si se supone un efecto sobre el matorral similar al que Berendse & Aerts (1984) determinaron en el caso de *E. tetralix* L. Estos autores observaron que *E. tetralix* no se veía influenciada por la competencia con *Molinia caerulea* cuando el medio no estaba fertilizado y el nivel freático estaba a menos de 20 cm., pero al enriquecer el medio con fosfato o al aumentar la profundidad del agua, la

competencia de *Molinia* reduce el crecimiento del brezo. Suponiendo un funcionamiento similar para *Erica ciliaris*, la conversión entre ambas comunidades de turberas existentes en Doñana depende del acceso del ganado y de los cambios en el nivel freático.

Distinta es la interpretación evolutiva que Rivas-Goday (1945) da en el caso de la asociación *Molinio caeruleae-Schoenetum nigricantis*, en la que también aparecen matorrales característicos de *Calluno-Ulicetea*. Este autor considera los arbustos de esta clase como elementos provenientes del matorral costero, y considera *Molinia caerulea* como una “invasora” de las pioneras comunidades de *Schoenus nigricans*, que favorecen su entrada por la paulatina acidificación del medio. De cumplirse esta secuencia, la gramínea podría llegar a descarboxilar el medio eliminando la presencia de *Schoenus nigricans*, sin embargo, tales praderas aún no han sido localizadas en la zona de estudio.

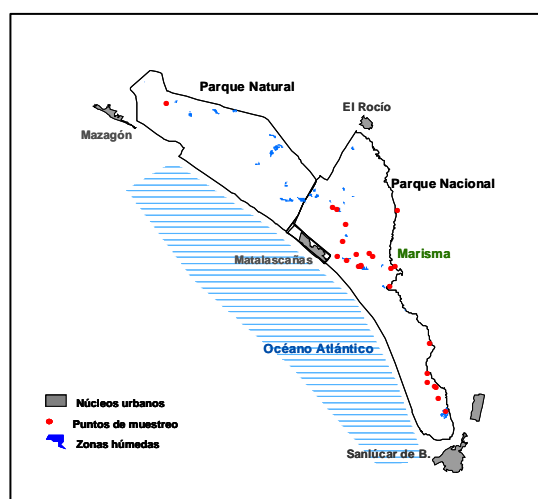
Grado de protección: Hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Prados con Molinia sobre sustratos calcáreos, turbosos o arcillo-limónicos (Molinion caeruleae)*. (Real Decreto 1997/1995) código 6410 (Bartolomé & al., 2005). El área de distribución de este tipo de hábitat no contempla las turberas presentes en la zona de estudio, ya que nunca han sido citadas en el territorio, luego convendría incluirlas en el atlas a la hora de protegerlas, ya que éstas encuentran su límite septentrional en Doñana.

21.2.2. Galio palustris-Juncetum maritimi Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Fisionomía y estructura: Juncal dominado por hemicriptófitos y geófitos de porte mediano formando masas muy densas, presentando unos valores de cobertura del 100%.

Distribución mundial: Subprovincia Gaditano-Algarviense.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 45): Juncuales desarrollándose en suelos temporalmente encharcados por aguas dulces, sobre suelos arenosos o areno-limosos (Rivas-Martínez & al. 1980). En el área de estudio es una comunidad frecuente en las lagunas de aguas dulces y en el borde de la marisma no salobre. En las lagunas, este juncal se sitúa formando parte de la franja de vegetación que está sometida a inundación temporal no muy prolongada.



Mapa 45. Distribución de las comunidades muestreadas de *Galio palustris-Juncetum maritimi*.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=18,9$ ($\max=36$ y $\min=7$) y su diversidad media es de $H'=3,97$ ($\max=5,03$ y $\min=2,59$) (Tabla 38). La especie característica es *Juncus maritimus* acompañada por un gran número de hemicriptófitos y terófitos de menor talla, de carácter higrófilo no halófilo.

El cortejo florístico puede variar mucho dependiendo de las lluvias anuales, los años más lluviosos se enriquece de un gran número de terófitos, muchos de ellos pertenecientes a la clase *Isoeto-Nanojuncetea*, que aumentan la diversidad de la comunidad. Son abundantes algunos taxones nitrófilos como *Anagallis arvensis* y *Geranium dissectum* reflejo de la nitrificación, por la presión de herbivoría, a la que están sometidas la mayoría de las comunidades presentes en las zonas húmedas del territorio. El acompañamiento es muy similar al de los juncales dominados por *Juncus acutus*, que se describen en el siguiente apartado, diferenciándose las dos comunidades por la especie de junco dominante. El inventario 23 de la Tabla 38 presenta una composición en especies singular, siendo muy abundantes los taxones ligados a comunidades donde el periodo de inundación es mayor como *Juncus emmanuelis* y *Baldellia ranunculoides*. El inventario se realizó en una situación de ecotono, por esta razón presenta mezcla de especies típicas de zonas con inundación más prolongada y especies de borde de lagunas donde el tiempo de inundación es menor.

Sintaxonomía: A pesar de ser *Juncus maritimus* la especie dominante, y ser ésta considerada por Rivas-Martínez & al. (2002) especie característica de la clase *Juncetea maritimi*, Rivas-Martínez & al. (1980) en la descripción de esta comunidad en Doñana, la adscriben a la clase *Molinio-Arrhenateretea* debido, a que ni el cortejo de la misma ni sus comunidades de sustitución presentan carácter halófilo.

Esta comunidad ha sido citada en zonas húmedas de aguas dulces, en varios trabajos realizados en la costa del sur de Portugal (Costa & al., 1996, Neto, 2002).

Situación en el paisaje: Los juncales dominados por *Juncus maritimus* contactan con los juncales de *Holoschoeno-Juncetum acuti* que se sitúan en las zonas donde la humedad edáfica es menor y no se suele producir inundación.

En otras ocasiones se encuentran contactando con la orla de brezal que rodea a muchas de las zonas húmedas temporales de *Erico scopariae-Ulicetum australis*. Según De las Heras (2007) esta orla puede ser también de *Erico ciliaris-Ulicetum minoris*.

Cuando estos juncales son intensamente pastoreados o pisoteados dan lugar a las comunidades de *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae*.

Neto (2002), incluye a esta comunidad en la serie edafohigrófila *Viti vinifere-Salicetum atrocinnereae*, Valle (2003) y Salazar & Valle (2005) la incluyen además en la serie edafohigrófila de la fresneda *Ficario ranunculoidis-Fraxineto angustifoliae*.

Grado de protección: No se contempla la protección de esta comunidad en la Directiva Hábitat (Real Decreto 1997/1995).

21.2.3. *Holoschoeno-Juncetum acuti* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

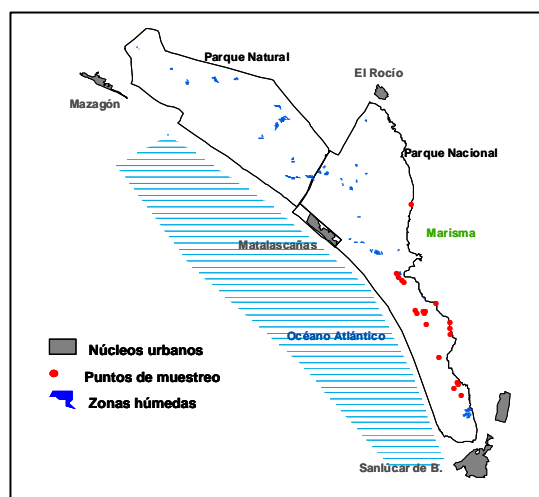
Fisionomía y estructura: Comunidades dominadas por juncos de gran talla de hábito geófito y hemicriptófito, acompañados por un gran número de terófitos. Son comunidades muy densas cuya cobertura es del 100% en todos los inventarios realizados.

Distribución mundial: Rivas-Martínez & al. (1980) la cita como una comunidad común en los pisos bioclimáticos termo y mesomediterráneo. Costa & al. (1996) la consideran como frecuente en las Subprovincias Gaditano-Algarviense litoral y Luso-Extremadurensis.

Ecología y distribución en el área de estudio

(Mapa 46): Rivas-Martínez & al. (1980) encuentran esta comunidad en corrales húmedos y depresiones arenosas de Doñana, formando una banda exterior ligeramente más seca que el juncal dominado por *Juncus maritimus*, de condición más higrófila. Estos juncales presentan su óptimo en suelos arenosos meso-oligotrofos pseudogleizados, y relativamente pobres en iones.

Estos juncales son frecuentes en la zona de estudio, ocupando principalmente cuatro tipos de hábitats (navazos, lagunas, vera, y corrales húmedos), cuyo denominante común es una elevada humedad edáfica durante al menos el invierno y la primavera, pero sin encharcamientos prolongados.



Mapa 46. Distribución de las comunidades muestreadas de *Holoschoeno-Juncetum acuti*.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=17,6$ ($\max=36$ y $\min=5$) y su diversidad media es de $H'=3,7$ ($\max=5$ y $\min=2,15$) (Tabla 39). Estos juncales se caracterizan por la presencia de *Juncus acutus* y *Scirpoides holoschoenus* acompañados por un gran número de terófitos en su mayoría hidrófilos, abundantes sobre todo en los años de pluviometría elevada. Algunos de ellos son *Briza minor*, *Gaudinia fragilis*, *Ranunculus parviflorus*, *Kickxia cirrhosa* o *Lotus hispidus*. Cuando estos juncales se nitrifican por la acción del ganado, aparecen especies de carácter nitrófilo como *Anagallis arvensis*, *Geranium dissectum*, *Senecio jacobaea*, *Geranium molle*, *Geranium purpureum*, *Gamochoaeta subfalcata* y *Conyza ssp.* entre otras.

En la Tabla 39, se observa la diferencia entre los inventarios comprendidos entre el 1 y el 12, donde *Juncus acutus* alcanza valores de cobertura altos y los inventarios comprendidos entre el 13 y el 20 donde *Scirpoides holoschoenus* es la especie predominante. El primer grupo de inventarios se corresponde con la versión más exigente en humedad de la comunidad, presentando en el cortejo florístico especies como *Gaudinia fragilis*, *Cyperus longus*, *Trifolium lappaceum*, *Rubus ulmifolius* y *Cynodon dactylon*, ausentes en el resto de inventarios. Estos muestreos se realizaron en el borde de lagunas, en la vera, en los navazos y en los corrales más húmedos alejados de la costa.

El segundo grupo de inventarios, presenta un cortejo florístico algo distinto y menos diverso. Se trata de la variante adaptada a unas condiciones de menor humedad edáfica o bien con fluctuaciones mayores, prueba de esto es la presencia de especies en el cortejo florístico como *Imperata cylindrica* y *Schoenus nigricans* y la ausencia de especies con un carácter higrófilo más acusado. Estos muestreos se realizaron en los corrales húmedos presentes entre frentes dunares activos, en los que la elevada dinamicidad de las arenas

hace que las condiciones de la humedad edáfica estén sujetas a fluctuaciones mayores que en lugares como la vera, los navazos y las lagunas donde, salvo años excepcionalmente secos, estas condiciones son más estables.

Sintaxonomía: Comunidad descrita por Rivas-Martínez & Costa en Rivas-Martínez & al. (1980) en Doñana. Posteriormente ha sido citada en diversos trabajos Costa & al. (1996) y Neto (2002) realizados en Portugal.

Situación en el paisaje: En las lagunas, vera y navazos estos juncales se encuentran en contacto con los dominados por *Juncus maritimus*, que forman la banda de vegetación donde la inundación o humedad edáfica es mayor.

Los inventarios 11 y 12 de la Tabla 39 presentan especies propias de los zarzales como, *Rubus ulmifolius* y *Lonicera peryclimenum* subsp. *hispanica*, con los que contactan en los lugares donde la influencia de la humedad edáfica es más constante, permitiendo el desarrollo de varios cinturones de vegetación, dispuesto de manera concéntrica al vaso dependiendo del grado y duración de dicho parámetro.

En estas zonas húmedas, la destrucción de estos juncales da lugar al desarrollo de pastizales húmedos de la comunidad *Trifolium resupinati-Caricetum chaetophyllae*.

En el tren de dunas móviles las distintas comunidades se sustituyen unas a otras al modificarse las condiciones edáficas e hídricas, debido al avance de las arenas desde la playa hacia el interior. Al avanzar la arena, el nivel freático queda más alejado de la superficie, reduciendo la disponibilidad hídrica, dando así paso a comunidades más xéricas y a la entrada del pino en el corral. En estos casos los juncales de *Holoschoeno-Juncetum acuti* dan lugar al matorral de *Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis* o *Stauracantho genistoidis-Corematetum*, testigo de esto es la alta presencia de *Scirpoides holoschoenus* en los inventarios realizados de *Stauracantho genistoidis-Corematetum* en el tren de dunas móviles (Tabla 47), frente a los matorrales de camarinas del Asperillo donde esta especie no aparece ligada a estas comunidades.

Cuando estos corrales húmedos están más cercanos a la costa y por tanto la cantidad de carbonatos en los suelos es más elevada, estos juncales se sustituyen por los pertenecientes a la comunidad de *Centaureo exaratae-Schoenetum nigricantis*.

Los corrales dominados por *Scirpoides holoschoenus*, a medida que el nivel freático se aleja de la superficie y la frecuencia de encharcamiento es menor, son colonizados por los pinos, que encuentran en estos lugares las condiciones ideales citadas por Costa-Tenorio & al. (1997) para su instalación y posterior desarrollo. Testigo de esto es la presencia de pino en los inventarios realizados en estos corrales (Tabla 39: inventarios 14, 16, 17 y 20).

Según Costa & al. (1996) y Neto (2002) estas comunidades cuando se desarrollan en depresiones húmedas interdunares, se enriquecen con especies psamófilas pertenecientes a las comunidades vecinas de *Artemisio crithmifoliae-Armerietum pungentis*.

Las comunidades de *Holoschoeno-Juncetum acuti* presentes en el tren de dunas móviles también pueden contactar con masas de *Pinus pinea* muy densas, en los que la capa de

acículas presente en el suelo tan sólo permite el desarrollo de un estrato herbáceo con poca cobertura dominado por *Scirpoides holoschoenus*, *Carex arenaria* y *Rubia peregrina*.

De las series edafohigrófilas presentes en la zona de estudio Valle (2003) y Salazar & Valle (2005) incluyen a estos juncales como etapa de degradación de las fresnedas y de los tarayales dominados por *Tamarix africana*.

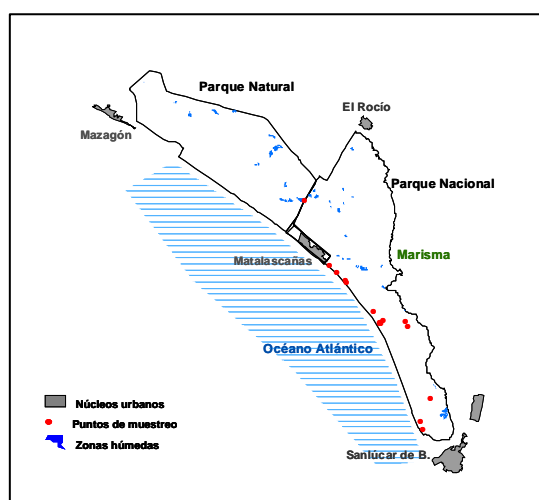
Grado de protección: No se contempla la protección de esta comunidad en la Directiva Hábitat (Real Decreto 1997/1995).

21.2.4. *Centaureo exaratae-Schoenetum nigricantis* ass. nova

Fisionomía y estructura: Pastizales dominados por hemcriptófitos, con aspecto de juncales y con una cobertura alta. Por la dominancia de *Schoenus nigricans* a estos pastizales se les denomina juncales negros.

Distribución mundial: Litoral Onubense.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 47): Los juncales negros se desarrollan en los valles interdunares, donde la capa freática está cercana a superficie y el contenido en carbonatos del suelo es alto. Proliferan en las depresiones más cercanas a la costa donde no se ha producido todavía el lavado de carbonatos del suelo.



Mapa 47. Distribución de las comunidades muestreadas de *Centaureo exaratae-Schoenetum nigricantis*.

En la zona de estudio se encuentran muy bien representados a lo largo del tren de dunas móviles del Parque Nacional, no habiéndose registrado su presencia en otras zonas del área de estudio. Se sitúan normalmente en la contraduna donde la descarga de agua procedente de las pequeñas dunas incipientes permite una mayor humedad edáfica.

La especie dominante, *Schoenus nigricans*, presenta afinidad por los suelos húmedos con alto contenido en carbonatos, luego estos juncales parecen desarrollarse en las antiguas líneas de playa, donde el depósito de conchas hace que el contenido en carbonatos sea elevado. En estos pequeños valles interdunares *Schoenus nigricans* o junco negro desplaza a otras especies higrófitas más afines a suelos ácidos como *Juncus acutus* o *Scirpoides holoschoenus*.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=14,67$ ($\max=28$ y $\min=8$) y su diversidad media es de $H'=3,6$ ($\max=4,61$ y $\min=2,85$) (Tabla 40). La especie que caracteriza a estos juncales es *Schoenus nigricans*. El resto de las especies que caracterizan esta asociación son especies graminoides propias de la alianza *Imperato cylindricae-Erianthion ravennae*, como *Sacchatum ravennae*, *Panicum repens* e *Imperata cylindrica*, que delatan la humedad edáfica de estos suelos arenosos, a las que se unen

elementos de *Molinio-Arrhenatheretea* como *Agrostis stolonifera*, y en menor medida *Hypericum pubescens* y *Trifolium lappaceum*.

En estas comunidades es muy frecuente y abundante la presencia de *Dittrichia viscosa*, especie propia de lugares húmedos alterados. Son también muy frecuentes los elementos de la asociación *Holoschoeno-Juncetum acuti*, como *Scirpoides holoschoenus* y *Juncus acutus*, con la que contacta catenalmente. Dado su carácter de zona húmeda en una zona tan desértica como son las dunas vivas, estas comunidades reciben gran cantidad de visitas de la fauna local, por lo que se enriquecen con un amplio espectro de especies nitrófilas o subnitrófilas como *Gnaphalium luteo-album*, *Trifolium campestre*,...etc.

Se ha elegido el endemismo gaditano-algarviense, *Centaurea exarata*, como especie característica de esta comunidad, ya que se trata de una especie higrófila ausente en los ecosistemas de dunas activas, por lo que su aparición en estos hábitats es indicativa de esta asociación.

Es de destacar la presencia de *Nerium oleander* en estas comunidades, ya que no es un taxón frecuente en el área de estudio. Se ha registrado, en su mayoría, en la zona de Marismillas mezclado con las comunidades de matorral noble o en los juncales negros más húmedos, como los registrados en el Inglesillo.

Sintaxonomía: Los estudios realizados anteriormente en las zonas interdunares de Doñana, no citan la presencia de estas singulares comunidades, definiendo en ellas únicamente comunidades juncales dominadas por *Scirpoides holoschoenus* (Muñoz-Reinoso, 1996), denominadas como *Eriantho-Holoschoenetum australis* por Allier (1977) y como *Holoschoeno-Juncetum acuti* por Rivas-Martínez & al. (1980). Es posible que estas comunidades hayan pasado desapercibidas debido a su particular situación, ya que sólo se localizan en los corrales situados tras el primer frente de dunas, zona en las que por su mayor profundidad afloran las playas fósiles, lo que puede determinar la alteración hidroquímica del agua por la presencia de estos sedimentos calizos biogénicos (Manzano & al., 1991; Sival & al., 1998).

Por la dominancia de *Schoenus nigricans*, elemento característico de la clase *Molinio-Arrhenatheretea* según Rivas-Martínez & al. (2002) y por las características fisionómicas y florísticas de esta comunidad, se propone integrar la asociación en esta clase, dentro del orden *Holoschoenetalia vulgaris* y de la alianza *Molinio-Holoschoenion vulgaris*. No obstante, cabe resaltar su relación con la alianza *Imperato cylindricae-Erianthion ravennae* de la clase *Nerio-Tamariceta*, de la que son integrantes *Saccharum ravennae*, *Panicum repens* e *Imperata cylindrica*. Estas introgresiones son frecuentes entre las comunidades mediterráneas de *Schoenus nigricans*, así Rivas-Goday & Esteve-Chueca (1972) encuentran en la asociación *Galio viridiflorus-Schoenietum nigricantis* la aparición constante de *Nerium oleander* y *Saccharum ravennae*, lo que asemeja los inventarios de esta comunidad con la descrita en el presente estudio. Sin embargo, las especies serpentinícolas dadas como características de la mencionada asociación malagueña, la separan claramente del sintaxon localizado en Doñana. Por otra parte, Bolòs (1962) describe su asociación *Eriantho-Holoschoenetum*, donde es frecuente *Schoenus nigricans*, la sitúan en esta alianza.

Antes de decidir si esta comunidad era o no una asociación diferente, se revisaron algunas de las ya descritas, cuya ecología y cortejo es similar a los juncales negros de Doñana, como *Eriantho ravennae-Holoschoenetum australis* y *Eriantho ravennae-Schoenetum nigricantis*. Con respecto a *Eriantho ravennae-Holoschoenetum australis*, posee una situación ecológica similar, aunque en ella la presencia de *Schoenus nigricans* no ha sido relevante en su descripción, a pesar de que aparezca de forma abundante en algunos inventarios, lo que se interpreta como un tránsito a comunidades más halófilas. Presenta en común con la presente comunidad la presencia de *Schoenus nigricans*, *Scirpoides holoschoenus*, *Saccharum ravennae* y *Panicum repens*, siendo el resto del cortejo distinto. Como se ha indicado, esta asociación fue reconocida inicialmente en Doñana por Allier (1977), aunque posteriormente Rivas-Martínez & al. (1980) interpretaran sus inventarios como *Holoschoeno-Juncetum acuti*. Curiosamente, es una comunidad poco reconocida o localizada fuera del entorno de la región catalana, aunque recientemente Pérez-Latorre & al. (2002) la citan en la cuenca del Guadiamar, cercana a la zona de estudio, pero sin embargo, en su trabajo no aportan tablas que permitan comparar sus comunidades con las de este trabajo, únicamente las describen como grandes herbazales gramínoideas de arenales húmedos removidos.

La asociación *Eriantho ravennae-Schoenetum nigricantis*, que Acosta & al. (2007) y Bini & al. (2002) localizan en distintos puntos de la costa italiana y que Géhu & al. (1992) sitúan en Camarga francesa, se describe como una comunidad herbácea de corrales de dunas calcáreas húmedas caracterizada por *Schoenus nigricans* y *Saccharum ravennae*. De acuerdo con los inventarios de Géhu & al. (1992) en estas comunidades son abundantes *Juncus acutus*, *Dittrichia viscosa* y *Sonchus arvensis* L., y son compañeras *Scirpoides holoschoenus*, *Holcus lanatus*, *Imperata cylindrica* y *Saccharum ravennae*, aunque en Italia Acosta & al. (2007) dan como especie característica *Lysimachia nummularia* L.

Tras este análisis, se concluye que los juncales dominados por *Schoenus nigricans* en el tren de dunas móviles de Doñana, tienen la suficiente independencia, tanto desde el punto de vista florístico como ecológico, para constituir una nueva asociación. Se propone como *syntypus* el inventario 12 de la Tabla 40.

Situación en el paisaje: El cambio brusco en la humedad edáfica que se produce en este sistema de dunas, hace que se desarrollen comunidades muy próximas, con exigencias hídricas muy diferentes. Esto permite que se desarrollen comunidades hidrófilas en un medio donde predominan las formaciones xerófitas, tanto de matorrales como de pastizales.

Dado el fuerte dinamismo que rige el ecosistema de las dunas móviles, éste tipo de comunidades hidrófilas se pueden considerar comunidades permanentes en las que su evolución está frenada por el propio avance de las dunas. Catenalmente, son precedidas por las comunidades de dunas de la clase *Ammophiletea*, que se instalan en los frentes de dunas móviles. Como ya se ha indicado, los lugares con mayor elevación, lo que conlleva menor humedad en el suelo, son ocupados por comunidades ricas en *Scirpoides holoschoenus*, variante más xérica de los juncales de la asociación *Holoschoeno-Juncetum acuti*, y las zonas de suelos más estables pueden ser ocupadas por pinares de *Pinus pinea* con restos de monte blanco o de matorral de camarinas (*Stauracantho genistoidis-Corematetum albi*). Hacia el interior, las zonas de avance de dunas se hayan colonizadas por el típico matorral

de dunas de la asociación *Artemisio crithmifoliae-Armerietum pungentis*, que dan de nuevo lugar a las comunidades de *Ammophiletea* en las zonas más activas.

Grado de protección: No se contempla la protección de esta comunidad en la Directiva Hábitat (Real Decreto 1997/1995).

21c. Paspalo-Heleochloetalia

Praderas ribereñas ricas en especies perennes, alóctonas neotropicales, estoloníferas decumbentes temporalmente inundadas o sumergidas, creciendo sobre suelos minerales limosos. De distribución termo-mesomediterránea y termo-mesotemplada Cantábrico-Atlántica.

21.3. Paspalo-Polypogonion viridis

Comunidades ligadas a humedales de agua dulce.

21.3.1 Comunidades invadidas por *Paspalum vaginatum* y *Paspalum paspalodes*

Bajo esta alianza se incluyen dos inventarios, uno de ellos realizado en los pastizales húmedos sobre suelos arenoso-limosos en contacto con la marisma, dominado por *Paspalum vaginatum*, y otro realizado en el borde de un vaso lagunar temporal presente en la vera, dominado por *Paspalum paspalodes*.

Paspalum vaginatum 5, *Juncus bufonius* 3, *Polypogon maritimus* subsp. *maritimus* 2, *Trifolium lappaceum* 2, *Veronica anagalloides* 1, *Centaurium spicatum* 1, *Mentha pulegium* +, *Cotula coronopifolia* +, *Plantago coronopus* +, *Chaetopogon fasciculatus* +, *Senecio jacobaea* +, *Hordeum marinum* +, *Poa annua* +, *Samolus valerandi* +, *Lotus hispidus* +, *Apium inundatum* +, *Trifolium resupinatum* +, *Trifolium campestre* +, *Trifolium glomeratum* +, *Cressa cretica* +, *Scorpiurus vermiculatus* +, *Sphenopus divaricatus* +. (Inventario nº1366: Parque Nacional, Rincón del Membrillo. 24-V-2006).

Paspalum paspalodes 4, *Juncus maritimus* +, *Isolepis cernua* 3, *Myosotis debilis* 1, *Juncus emmanuelis* 1, *Juncus pygmaeus* 1, *Silene laeta* +, *Ranunculus ophioglossifolius* 1, *Cynodon dactylon* +, *Juncus bufonius* 1. (Inventario nº1233: Parque Nacional, Laguna de las Gangas. 3-V-2006).

Estos inventarios, se incluyen como ejemplo de la invasión de pastizales húmedos en Doñana por *Paspalum vaginatum* y *Paspalum paspalodes*, especies alóctonas con gran capacidad de competir con las especies autóctonas en lugares húmedos, cuando presentan cierto grado de perturbación, sobre todo por excesiva presión de herbivoría.

Como se indica en el capítulo dedicado a la flora alóctona, estas dos especies invaden comunidades de pastizales desplazando a las especies autóctonas y formando céspedes prácticamente monoespecíficos. Las comunidades que se ven más afectadas son los pastizales de *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae*, *Hainardio cylindricae-Lophochloetum hispidae*, los juncales de *Scirpo fluitantis-Juncetum heterophyli* y la

comunidad de *Schoenoplectus erectus*, todas ellas proliferan en los suelos arenosos húmedos de bordes de lagunas y en la vera.

Herrera & Fernández-Prieto describen la comunidad de *Paspaleum dilatato-distichi* en Asturias (Díaz-González & Fernández-Prieto, 1994), describiéndola como praderas vivaces de porte bajo en las que domina *Paspalum distichium* (= *P. vaginatum*) y *Paspalum dilatatum*, junto con numerosas pratenses, sobre suelos limosos, húmedos todo el año y encharcados durante gran parte del mismo, en general presente en los márgenes fluviales y bordes de caminos. La distribución que estos autores dan para la asociación que describen es por los territorios termocolinos y colinos medios cantabro-atlánticos. Posteriormente Neto (2002) cita a esta comunidad en el distrito Sadense aportando inventarios donde las especies dominantes son *Paspalum vaginatum* y *Paspalum paspalodes*.

En territorios cercanos a la zona de estudio, Pérez-Latorre & al. (2002) citan las comunidades de *Paspalo distichi-Polygonetum viridis* (= *Paspalo distichi-Agrostietum verticillatae*) en los bordes fangosos de arroyos y lagunas dulceacuícolas en la cuenca del Guadiamar, sin aportar inventarios de la comunidad citada. Las especies características de esta comunidad son *Paspalum vaginatum* y *Polygonum viridis*, acompañadas por especies como *Lycopus europaeus*, *Polygonum monspeliensis* y *Cyperus longus*, según los inventarios realizados por Solanas (1996) en Alicante.

De las Heras (2007) cita la comunidad de *Paspalum paspalodes* como frecuente en lagunas nitrificadas del entorno de Doñana y en la marisma madre del Rocío, sobre suelos muy húmedos, nitrificados y compactados que han permanecido inundados durante el invierno y buena parte de la primavera.

En el presente trabajo, se han seguido las mismas directrices que propone De las Heras (2007) y se ha decidido no adscribir los inventarios realizados a ninguna de las dos comunidades que se han comentado en este apartado, por la escasez de muestreos y por las diferencias existentes en la composición florística de las tablas consultadas, a pesar de que la ecología sí es muy similar.

21d. *Plantaginetalia majoris*

Pastizales higrófilos ricos en especies perennes (pobres en leguminosas) muy pisoteados, y con una fuerte presión de herbivoría, generalmente temporalmente inundados, sobre suelos eutróficos húmedos ricos en nutrientes, minerales y orgánicos.

21.4.1. Comunidad de *Agrostis stolonifera*

Bajo este orden se incluye un grupo de inventarios que el análisis matemático separó del resto por los altos valores de cobertura que presenta *Agrostis stolonifera*.

En muchos otros inventarios ligados a comunidades de zonas húmedas realizados en este estudio, *Agrostis stolonifera* y *Panicum repens* presentan valores de cobertura elevados, pero sin llegar a ser el elemento dominante de la comunidad, por lo que aparecen adscritos a otras comunidades.

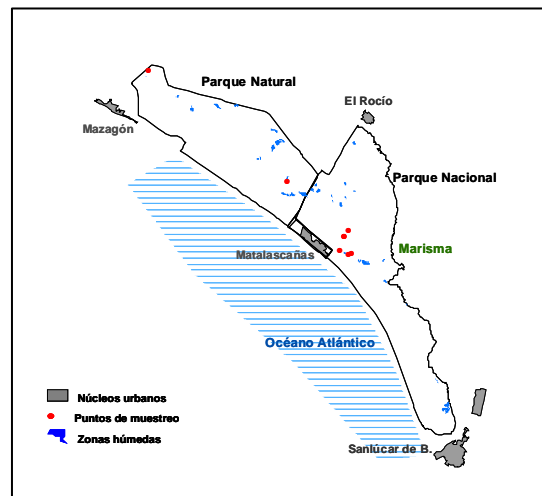
En la Tabla 41 se incluyen los pastizales donde *Agrostis stolonifera* es dominante, acompañada por otras gramíneas de hábito tapizante como *Panicum repens* y *Cynodon dactylon*. En el cortejo florístico se presentan elementos característicos de las comunidades de *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati* y *Junco emmanuelis-Eleocharitetum multicaulis*, propias de suelos arenosos sujetos a inundación temporal, más o menos prolongada.

En algunas de las lagunas muestreadas (Tabla 41: inventarios 1,3, 4, 6, 7, y 8) esta comunidad ocupa prácticamente la totalidad del vaso lagunar. Parece ser indicadora de lagunas temporales en las que el periodo de inundación es cada vez menos prolongado, lo que le permite a especies de carácter menos higrófilo como *Agrostis stolonifera* colonizar prácticamente la totalidad del vaso lagunar, desplazando a comunidades más exigentes en humedad como los juncales de *Junco emmanuelis-Eleocharitetum multicaulis*.

En otras ocasiones, no ocupan la totalidad del vaso, como ocurre en los inventarios realizados en la Laguna Redonda y la Laguna del Taraje, en estos casos, se instalan en las zonas donde el encharcamiento es menor, formando una banda en el exterior del vaso lagunar en contacto con comunidades de *Junco emmanuelis-Eleocharitetum multicaulis* o de *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*.

Aunque en la Tabla 41 tan sólo aparece en un inventario *Caropsis verticillato-inundata*, esta especie se encuentra ligada en el territorio a este tipo de vegetación, hecho que se ha observado fuera de inventario en varias lagunas como, la Laguna de la Mata de los Domínguez, Laguna del Contrabandista, y Laguna de la Soriana, entre otras. Esta especie está incluida como especie en peligro crítico en la Lista Roja de la Flora Vasculare de Andalucía (Cabezudo & al., 2005), como vulnerable en la Lista Roja de la Flora Vasculare Amenazada (Bañares & al., 2003) y en el Anexo II de la Directiva Hábitat como especie de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar zonas de especial protección, lo que le brinda un alto valor desde el punto de vista de la conservación a este tipo formación, a pesar de que, en algunas ocasiones, se trate de zonas indicadoras del descenso sufrido por el nivel freático.

La mayoría de los inventarios de esta comunidad se realizaron en la Reserva Biológica (Mapa 48).



Mapa 48. Distribución de los inventarios de la comunidad de *Agrostis stolonifera*.

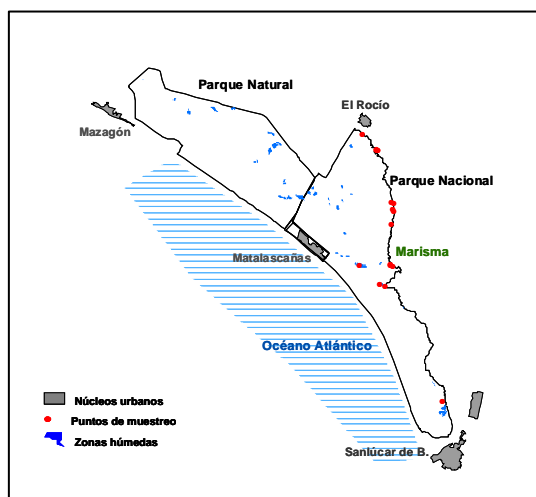
21.5. *Trifolio fragiferi-Cynodontion*

21.5.1. *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Fisionomía y estructura: Pastizales de pequeña talla dominados por hemicriptófitos y terófitos ricos en especies del género *Trifolium*. Forman céspedes muy densos presentando valores de cobertura entre del 90% y 100%.

Distribución mundial: Mediterránea Ibero-Atlántica.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 49): Pastizales estivales creciendo sobre suelos húmedos muy pisoteados y con una fuerte presión de herbivoría, generalmente temporalmente inundados sobre suelos eutróficos, húmedos, ricos en nutrientes minerales y orgánicos. En el área de estudio esta comunidad tiene su mayor representatividad en la vera, donde el nivel freático está cercano a superficie durante la mayoría del año y además se mezclan los elementos arenosos, con los limos finos de la marisma, dando lugar a un tipo de suelo peculiar. La presencia de estos pastizales se ve favorecida, al ser la vera uno de los lugares de mayor preferencia de los grandes herbívoros tanto silvestres como domésticos.



Mapa 49. Distribución de las comunidades muestreadas de *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae*.

La comunidad se desarrolla en los bordes que han estado inundados, y se desecan en el comienzo del periodo estival, pero que conservan una humedad edáfica elevada. El área de distribución en la zona de estudio abarca desde los bordes de la marisma a la altura de Manecorro hasta el poblado de la Plancha cerca ya de la desembocadura del Guadalquivir. Ésta comunidad no se ha registrado en el Parque Natural, tan sólo en la Reserva Biológica y Parque Nacional.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=20,06$ ($\max=27$ y $\min=10$) y su diversidad media es de $H'=4,09$ ($\max=4,61$ y $\min=3,08$) (Tabla 42). Los inventarios que se han realizado presentan una diversidad mayor que los realizados por Rivas-Martínez & al. (1980) en el territorio. Las especies que caracterizan la comunidad son *Trifolium resupinatum*, *Cynodon dactylon* y *Carex divisa*, taxones todos higrófitos y con tolerancia a cierto grado de salinidad de las aguas. La comunidad es rica en especies del género *Trifolium* dado el pisoteo y la presencia de ganado destacando *T. fragiferum*, *T. squamosum*, *T. isthmocarpum*, *T. dubium* y *T. lappaceum*.

En la zona de la vera, existen tres gradientes que pueden influenciar en la aparición de distintas comunidades vegetales: la humedad edáfica, la salinidad y el contenido en limos o partículas finas en el suelo. En los inventarios se reflejan estos tres gradientes por la presencia de especies indicadoras de los mismos, así son frecuentes las especies herbáceas

ligadas a sitios húmedos de textura arenosa pertenecientes a la clase *Isoeto-Nanojuncetea* como, *Isolepis cernua*, *Juncus bufonius*, *Silene laeta*, *Leontodon taraxacoides*, *Agrostis pourretii* y *Lotus hispidus*. En algunos inventarios se puede observar la presencia de taxones más halófilos como *Horedum marinum* y *Hordeum geniculatum*; y de especies nitrófilas como *Senecio jacobaea*, *Anagallis arvensis*, *Rumex crispus*, *Rumex conglomeratus*, *Paspalum vaginatum*, *Paspalum paspalodes* y *Cirsium vulgare* propias de los lugares frecuentados por grandes herbívoros.

Sintaxonomía: Esta asociación fue descrita por Rivas-Martínez & al. (1980) en Doñana, considerándola una geovicariante de la *Trifolio fragiferi-Cynodontetum dactyli* descrita por Braun-Blanquet & Bolós (1957). La descrita por Rivas-Martínez & al. (1980) presenta preferencia por suelos arenosos y una mayor presencia de especies anuales; la descrita por Braun-Blanquet & Bolós (1957) presenta preferencia por suelos arcillosos con mayor humedad edáfica y está dominada por especies perennes. En algunos de los inventarios de la Tabla 42 aparece *Trifolium fragiferum*, éstos inventarios parecen asemejarse a la asociación descrita por Braun-Blanquet & Bolós (1957), una humedad edáfica y un contenido en arcillas mayor podría ser la razón de que esta especie pase a ser puntualmente más abundante, sin embargo, una mayor presencia de terófitos y la naturaleza arenosa del suelo lleva a adscribir los inventarios a *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae*.

Situación en el paisaje: Siguiendo el gradiente de humedad-salinidad existente en la vera esta comunidad contacta con las comunidades halonitrófilas y de suelos con mayor contenido en arcillas pertenecientes a *Hainardio cylindricae-Lophochloetum hispidae* con las que comparte muchas especies. Cuando la humedad edáfica se reduce contacta con los pastizales de la clase *Stellarietea (Chamaemelo mixti-Vulpietum alopecuroris)* que siguen estando algo nitrificados por la presencia de herbívoros. Por último pueden contactar con comunidades donde la inundación es mayor, propias de marisma de agua dulce como *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris* y *Bolboschoenetum maritimi*.

De las Heras (2007) indica, en un inventario realizado en la marisma madre del Rocío, que se pueden encontrar en contacto con comunidades de *Paspalum paspalodes*.

Según Rivas-Martínez & al. (1980) estos pastizales son resultado de un intenso pastoreo de los prados juncuales de los cuales derivan: *Galio palustris-Juncetum maritimi* y *Holoschoeno-Juncetum acuti*.

Según Valle & (2003), Salazar & Valle (2005) y De las Heras (2007) representan la última fase de degradación de las fresnedas (*Ficario-Fraxinetum*).

Grado de protección: Hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Estanques temporales mediterráneos*. (Real Decreto 1997/1995) código 3170 (Bartolomé & al., 2005).

VII. VEGETACIÓN SERIAL SUBFRUTICOSA, FRUTICOSA Y ARBUSTIVA

VIIA. VEGETACIÓN SERIAL SUBFRUTICOSA

22. *Calluno-Ulicetea*

Comunidades de matorral serial (“brezales”, “tojares”, “brezal-jarales”) favorecidas por el fuego, presencia de ganado o por tala de bosques. Se desarrollan sobre suelos ácidos, en áreas potenciales de meso-macrobosques deciduos o esclerófilos de distribución atlántica, subatlántica, Cevenense-Pirenaica y del oeste mediterráneo.

22a. *Ulicetalia minoris*

Comunidades de zonas termo-supratempladas y termo-supramediterráneas de ombroclima subhúmedo a hiperhúmedo, oceánico e hiperoceánico que se desarrollan sobre cambisoles erosionados o podsoles férricos con humus sin descomponer muy ácido, y ocasionalmente con propiedades estagnicas o de gley.

22.1. *Ericion umbellatae*

Presentes en el centro y oeste de la Península Ibérica, en áreas de subhúmedas a hiperhúmedas, templadas y mediterráneas.

22.1a. *Ericenion umbellatae*

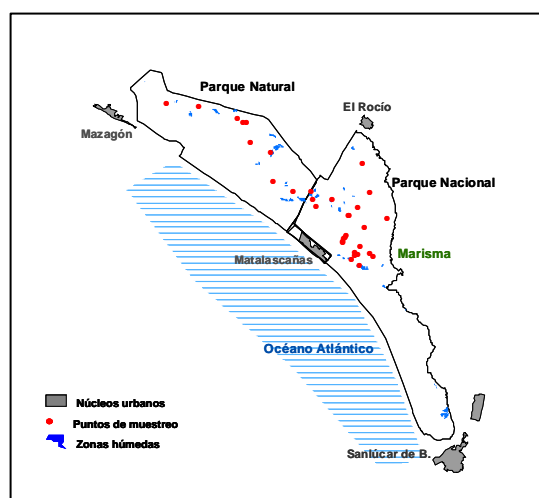
De distribución termo-mesomediterránea.

22.1.1. *Erico scopariae-Ulicetum australis* Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Fisionomía y estructura: Comunidad de matorral dominada por micro y nano fanerófitos. Se trata de brezales densos que, cuando están bien conservados, el estrato herbáceo es prácticamente inexistente.

Distribución mundial: Distrito Onubense litoral.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 50): Se desarrolla en los arenales profundos que tienen la capa freática a menos de cuarenta centímetros de la superficie durante el invierno (Rivas-Martínez & al., 1980). La hojarasca liberada por las ericáceas y las condiciones de humedad hacen que se generen suelos bastante ácidos con una capa de suelo turboso muy oscura, donde la materia



Mapa 50. Distribución de las comunidades muestreadas de *Erico scopariae-Ulicetum australis*.

orgánica se degrada muy lentamente. Este tipo de brezal denominado en Doñana monte negro, se distribuye a lo largo de las arenas estabilizadas, en aquellos puntos donde el freático está cercano a la superficie durante gran parte del año, siendo su presencia mayor en la zona del manto arrasado. Se trata de un tipo de vegetación con un significado relicto atlántico.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=19,26$ ($\max=45$ y $\min=7$) y su diversidad media es de $H'=3,87$ ($\max=5,31$ y $\min=2,06$) (Tabla 43). Las especies características son *Erica scoparia*, *Calluna vulgaris* y *Ulex australis*. Comparte muchas especies con las comunidades de matorral noble más evolucionadas pertenecientes a *Asparago-Rhamnetum* como *Phillyrea angustifolia*, *Myrtus communis*, *Rubia peregrina*, *Quercus suber* y *Smilax aspera*.

En algunos de los inventarios aparece con altos valores de cobertura *Rubus ulmifolius*, indicativo de que existe una hidromorfía acusada durante todo el año, dando lugar a brezales enriquecidos con zarzas. El estrato herbáceo está dominado por especies pertenecientes a pastizales de *Isoeto-Nanojunceta*. Algunos taxones interesantes que forman parte del cortejo de estos brezales son *Centaurea exarata*, *Pinguicula lusitanica* *Pedicularis sylvatica* subsp. *lusitanica* y *Centunculus minimus*, las dos primeras incluidas en la Lista Roja de la Flora Vascular de Andalucía (Cabezudo & al., 2005) como especies vulnerables, la tercera muy escasa en el territorio y la cuarta citada recientemente por López-Albacete & al. (2007a) como novedad florística para la provincia de Huelva.

El inventario 7 realizado en las lagunas de Moguer es el único incluido en la Tabla 43 que no presente *Erica scoparia*, el análisis matemático lo ha incluido en este grupo de inventarios por la alta cobertura de *Ulex australis*, pareciéndose más a un tojal que a un brezal. Este inventario debe tomarse como fragmentario de la comunidad por la ausencia del brezo, aunque el resto de especies sean propias del monte negro.

Sintaxonomía: Comunidad descrita por Rivas-Martínez & al. (1980) en Doñana indicando que representa el límite meridional de la subalianza *Ericion umbellatae*. Le asignan distribución onubense indicando que ha sido reconocida también el sector Tagano-Sadense algo modificada.

Situación en el paisaje: Según Rivas-Martínez & al. (1980) y Valle (2003) el monte negro es una de las etapas de degradación del bosque de alcornoques y acebuches (*Oleo-Quercetum suberis*), considerada comunidad clímax de la zona.

El uso del fuego en el territorio por parte del hombre con fines agrícolas y ganaderos ha favorecido la presencia de estas comunidades de matorral dominadas por especies pirófitas y rebrotadoras. La tala de bosques que tuvo como consecuencia la degradación de los suelos, la sobrecarga ganadera, las repoblaciones y la recurrencia de los fuegos, han hecho que esta etapa de sustitución del alcornocal ocupe grandes extensiones en las arenas estabilizadas más húmedas, en detrimento de comunidades más exigentes en la calidad de los suelos y en humedad edáfica como *Asparago-Rhamnetum oleoidis*, *Phillyrea angustifoliae-Arbutetum unedonis* y *Oleo sylvestris-Quercetum suberis*.

Tras la degradación del monte negro aparece un herbazal de vivaces dominado por *Armeria gaditana* y *Centaurea exarata* (*Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae*) y en último término pastizales de pequeña talla dominados por terófitos pertenecientes a *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*.

El monte negro contacta con el monte blanco siguiendo un gradiente de humedad edáfica, cuando el nivel del freático baja y se aleja de superficie, se desarrollan comunidades más xéricas de *Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis*. Cuando por el contrario, el nivel freático permanece cercano a la superficie, incluso en la época de estiaje el monte negro se enriquece con zarzas y madre selvas dando lugar a la comunidad de *Lonicero hispanicae-Rubetum ulmifolii*, comunidades con mayores exigencias hídricas. En los bordes de las turberas contacta con los brezales de *Erico ciliaris-Ulicetum minoris*, ocupando la banda de vegetación donde los suelos presentan una hidromorfía menos acusada.

Grado de protección: Hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Dunas fijas descalcificadas atlánticas (Calluno-Ulicetea)*. (Real Decreto 1997/1995) código 2150 (Bartolomé & al., 2005).

22.2. *Genistion micrantho-anglicae*

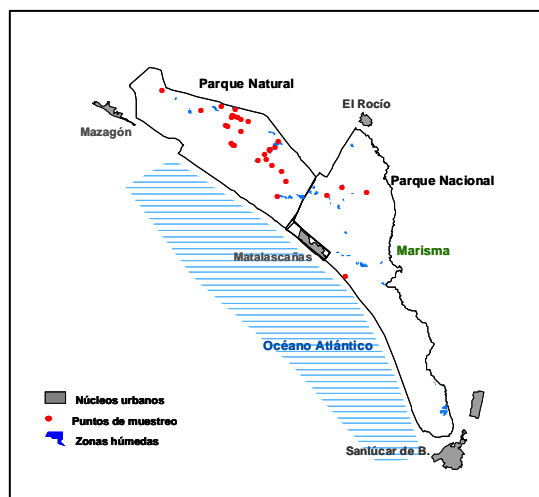
Brezales que se desarrollan sobre suelos hidromorfos con propiedades estagnicas o de gley, de distribución en la costa Lusitano-Andaluza, Tingitana, Mediterránea central y oriental y Cantábrico-Atlántica, termo-supra mediterránea y templada.

22.2.1. *Erico ciliaris-Ulicetum lusitanici* Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Fisionomía y estructura: Comunidad de matorral dominada por nanofanerófitos y hemicriptófitos higrofíticos. Son matorrales densos donde la cobertura oscila entre el 90% y el 100%.

Distribución mundial: Distrito Onubense litoral.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 51): Los brezales de turberas son comunidades hidrófilas, oligotrófas y psamófilas, que se desarrollan en las zonas más deprimidas del sistema arenoso, donde el nivel freático está cercano a superficie durante el otoño, invierno y la primavera. Este encharcamiento continuo y la naturaleza ácida de la materia orgánica que genera la comunidad, hace que ésta se humifique muy lentamente dando lugar a un humus semiturbo denominados hydromor (Duchaufour, 1984). Se trata de brezales de carácter atlántico relicto que albergan una flora muy singular adquiriendo un gran valor ecológico, que debe ser tenido en cuenta a la hora de su conservación.



Mapa 51. Distribución de las comunidades muestreadas de *Erico ciliaris-Ulicetum lusitanici*.

En su descripción de estos brezales en Doñana, Rivas-Martínez & al. (1980) ya apuntaban a la fragilidad de la comunidad dada su dependencia del nivel freático y la alta sensibilidad a la eutrofización que presenta. Se ha observado, que en la mayoría de las localidades de la Reserva Biológica donde Rivas-Martínez & al. (1980) realizaron sus inventarios, ya no existe este matorral, sino que se ha transformado en un brezal de monte negro menos exigente en humedad edáfica, o bien en zarzales con madresevas.

En este trabajo las localidades donde se ha encontrado la comunidad pertenecen en su mayoría al Parque Natural, habiéndose inventariado tan sólo en cuatro puntos del Parque Nacional y Reserva Biológica. La sobreexplotación de los acuíferos, y la alta presión de herbivoría que soportan los ecosistemas ligados a zonas húmedas de Doñana, han hecho que estos brezales relictos estén en clara regresión.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=11,77$ ($\max=28$ y $\min=5$) y su diversidad media es de $H'=3,21$ ($\max=4,64$ y $\min=2,11$) (Tabla 44). Las especies que caracterizan a esta comunidad son *Erica ciliaris* y *Ulex minor*, la primera incluida como especie vulnerable en la Lista Roja de la Flora Vasculosa de Andalucía (Cabezudo & al., 2005). Comparten elementos florísticos con todas las comunidades con las que contactan como *Erica scoparia* y *Calluna vulgaris* características del monte negro, *Rubus ulmifolius* de los zarzales, *Molinia caerulea* subsp. *arundinacea* de las praderas inundadas de vaso de turbera y *Salix atrocinnerea* de las saucedas que orlan algunas de las turberas de la zona. Hay que destacar la presencia de *Genista ancistrocarpa* especie poco frecuente en el territorio, íntimamente ligada a los brezales que presentan un nivel de hidromorfía alto. En el Parque Natural la presencia de este taxón es alta en los vasos que presentan mayor hidromorfía, sin embargo es muy escasa en el Parque Nacional, ya que se trata de un taxón muy sensible a los cambios en la humedad del suelo y a la eutrofización del medio. Este taxón está catalogado como especie en peligro crítico en Andalucía por Cabezudo & al. (2005).

Se ha registrado en los inventarios realizados en el Parque Natural, la presencia de *Acacia dealbata* en muchas de estas turberas. Esta especie es alóctona y está considerada como invasora, habría que poner especial atención en su eliminación en estos enclaves de gran valor botánico.

Sintaxonomía: Comunidad descrita en Doñana por Rivas-Martínez & al. (1980) incluyéndola en la alianza *Genistion micrantho-anglicae*, que engloba todos los brezales higrofiticos de la Península Ibérica.

Situación en el paisaje: La orla de matorral de turbera sigue un gradiente de humedad e hidromorfía, de manera que la comunidad más alejada del vaso, pero donde el nivel freático se encuentra cercano a superficie y se puede encharcar durante gran parte del año, la coloniza el monte negro; cuando aumenta el periodo de inundación por un mayor afloramiento del freático a superficie y los suelos son más hidromorfos se desarrollan los brezales higrofiticos. Cuando la inundación es mayor en la parte más profunda del vaso se forman praderas dominadas por la gramínea vivaz *Molinia caerulea* subsp. *arundinacea* acompañada por *Schoenus nigricans*, adscritas en el presente trabajo a la asociación *Hyperico elodis-Schoenetum nigricantis*.

En la orla de algunas turberas, que presentan cierta pendiente hacia el interior del vaso, pueden desarrollarse saucedas en lugares donde hay escorrentía de agua subterránea pero sin estancamiento, dando lugar a suelos frescos durante todo el año pero sin fenómenos de hidromorfía. Si esta humedad edáfica persiste, se presentan tras las saucedas, los madroñales pertenecientes a la comunidad *Phillyreo angustifoliae-Arbutetum unedonis* o helechales dominados por *Pteridium aquilinum*.

Respecto a la sucesión según Rivas-Martínez & al. (1980) y Salazar & Valle (2005) este matorral se encuentra dentro de la serie higrofitica del fresno junto con los zarzales con madre selvas. Los juncuales de *Juncetum rugoso-effusi* y *Junco emmanuelis- Eleocharitetum multicaulis* son los predecesores de estos brezales en el territorio.

En los inventarios que aporta De las Heras (2007) del entorno de Doñana, realizado en lugares que no presentan en la actualidad ninguna figura de protección, se denota un empobrecimiento en el cortejo florístico, así como la ausencia de especies como *Erica ciliaris* y *Genista ancistrocarpa*. Esto hecho refuerza la idea de la sensibilidad de estas comunidades a las perturbaciones del medio, y la necesidad de reforzar las medidas de conservación en las que se encuentran bajo la figura de Parque Natural y Nacional.

Grado de protección: Hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Brezales húmedos atlánticos de zonas templadas de Erica ciliaris y Erica tetralix*. (Real Decreto 1997/1995) código 4020 (Bartolomé & al., 2005).

23. Cisto-Lavanduletea

Comunidades de matorral serial que crecen en suelos silíceos o calcífugos que producen un mor con componentes muy ácidos y aromáticos (“jarales”, “tomillares”, “cantuesales”). Comunidades dominadas por cistáceas y labiadas producto de la destrucción de bosques esclerófilos por incendio o tala, provocando la erosión de las capas superiores del suelo.

Se realizó un inventario donde *Rosmarinus officinalis* es la especie dominante en el matorral, que no se ha incluido en ninguna de las comunidades seriales descritas en el territorio, por ser el conjunto de especies muy singular. Se transcribe a continuación:

Rosmarinus officinalis 4, *Cistus salviifolius* 4, *Daphne gnidium* 1, *Medicago minima* 4, *Medicago littoralis* 2, *Lotus creticus* 1, *Sagina apetala* +, *Cerastium glomeratum* +, *Stellaria pallida* 1, *Desmazeria rigida* subsp. *rigida* +, *Rostraria pumila* 3, *Vicia parviflora* +, *Vicia angustifolia* 1, *Evax pygmaea* +, *Erodium aethiopicum* +. (Inventario nº1098: Parque Nacional, Nave del Inglesillo. 29SQA3476. 2-IV-2006).

Rosmarinus officinalis es un taxón frecuente en el territorio, sobre todo, formando parte del cortejo florístico en comunidades de *Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis* y *Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae*. En algunas ocasiones se presenta de manera codominante con *Halimium halimifolium*, tanto en los matorrales seriales más xéricos del territorio como en los sabinares, etapa madura de la vegetación de las arenas estabilizadas. Este inventario es singular por la ausencia del resto de especies de matorral que integran las comunidades de *Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis* y por el

cortejo de herbáceas, donde aparecen especies poco frecuentes en el territorio como *Medicago minima* y *Rostraria pumila* con altos valores de cobertura. Puede tratarse de un inventario desviante del monte blanco, en el que las características particulares de la zona del Inglesillo, hacen que un mayor contenido en arcillas del suelo, una mayor cantidad de carbonatos y la cercanía a la línea de costa de lugar a matorrales dominados por *Rosmarinus officinalis* especie más competitiva en estas situaciones. Según Granados & al. (1986) los ejemplares de *Rosmarinus officinalis* presentes en Doñana son ecotipos con una concentración de nutrientes excepcionalmente baja. La mayor abundancia de romero en algunas comunidades de *Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis* podría deberse a que se desarrollan bajo los suelos más pobres en nutrientes.

Al inventario realizado, no se le asigna categoría sintaxonómica más allá de la clase ya que su presencia en el territorio es muy puntual, tan sólo indicar la singularidad de este matorral dentro del área de estudio.

23a. *Lavanduletalia stoechadis*

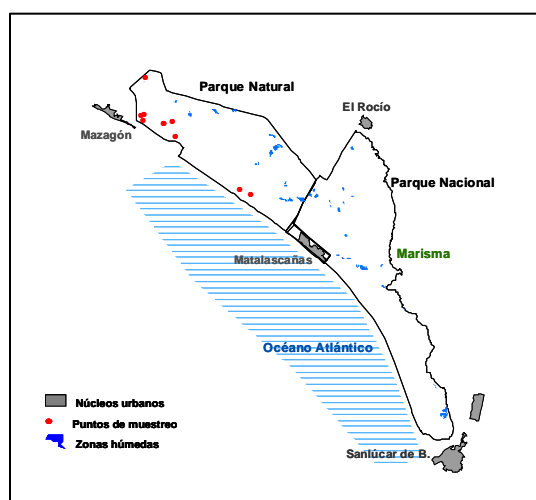
Sobre suelos desarrollados a partir de rocas máficas y sálicas, alóctonos o autóctonos.

23.1. *Ulici argentei-Cistion ladaniferi*

De distribución termo-mesomediterránea generalmente euoceánica del mediterráneo occidental y provincia Bética.

23.1.1. Comunidad de *Cistus ladanifer*

En la zona de estudio, se desarrollan manchas casi monoespecíficas de *Cistus ladanifer* ligadas normalmente a vasos lagunares degradados o a la presencia de suelos alóctonos ricos en arcillas. La presencia de especies como *Cistus ladanifer*, *Cistus crispus* y *Cistus monspeliensis*, consideradas neófitos en el territorio, ya fue puesta de manifiesto por Rivas-Martínez & al. (1980). Estos autores describen una comunidad de *Cistus monspeliensis* y *Cistus crispus* creciendo en la carretera de entrada a Palacio, construida con suelos alóctonos arenolimosos. Según estos autores, estos suelos foráneos permiten la entrada de especies más exigentes en bases de cambio, el lavado y lixiviado de estos suelos hace que la influencia de los mismos no se restrinja sólo al camino sino que puede presentar una orla de influencia de algunos metros. En el Parque Natural también se da esta situación ya que todos los caminos que lo atraviesan han sido construidos con suelos alóctonos de la misma naturaleza arenolimosos.



Mapa 52. Distribución de las comunidades muestreadas de *Cistus ladanifer*.

La presencia de *Cistus ladanifer* en el territorio está ligada a actividades de origen antrópico, aunque este taxón se puede encontrar en la zona colonizando medios como los vasos de lagunas colmatados, en los que el contenido en partículas finas es mayor. A veces se encuentra formando algunas manchas monoespecíficas entre el matorral de monte blanco, sobre todo en las zonas de contraduna del Asperillo. Por último se ha registrado formando parte del matorral serial en la zona norte del Parque Natural donde el cortejo de especies (*Cistus crispus*, *Cistus monspeliensis*, *Cynara humilis*, *Lavandula stoechas* subsp. *luissieri*, *Armeria hispelensis* y *Plantago algarbiensis*) que lo acompañan, indican que la naturaleza del suelo es diferente a la de los suelos arenosos del resto del territorio, como ya se ha indicado en ocasiones anteriores.

En territorios aledaños al área de estudio, en la zona norte del Parque Natural, De las Heras (2007) cita la asociación *Genisto hirsutae-Cistetum ladaniferi* presente sobre suelos no arenosos, más compactados y de origen generalmente alóctono. En las tablas que aporta de la comunidad existen muchos elementos pertenecientes a *Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis*, comunidad con la que contacta según la autora.

En la Tabla 45 se incluyen inventarios de las manchas monoespecíficas que forma esta especie, y en el Mapa 52 la distribución de los puntos donde se ha registrado esta comunidad.

23b. *Stauracantho genistoidis-Halimietalia commutati*

Matorrales sobre paleodunas de distribución en la costa Lusitano-Andaluza.

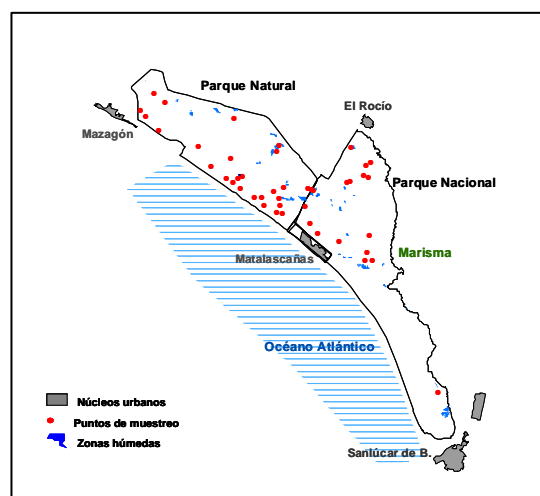
23.2. *Coremation albi*

Alianza única

23.2.1. *Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis* Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Fisionomía y estructura: El monte blanco es una comunidad de matorral, dominada por caméfitos y nanofanerófitos xerófitos con una cobertura que varía de 60% al 100%. Dado su carácter xérico, la cobertura en herbáceas varía entre años dependiendo de las precipitaciones. En el caso de presentar cobertura arbórea es siempre *Pinus pinea* la especie dominante.

Distribución mundial: Dada por Rivas-Martínez & al. (1980) como endémica del sector Onubense, aunque indican estos autores que podría presentarse de manera desdibujada en el sector Gaditano, posteriormente ampliada su área de distribución por Costa & al. (1996) al sector Algarviense.



Mapa 53. Distribución de las comunidades muestreadas de *Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis*.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 53): Comunidad que crece en arenas estabilizadas o paleodunas donde no llega la influencia del viento marino cargado de sales (Rivas-Martínez & al., 1980). Crecen en zonas donde la capa freática está la mayoría del año a más de dos metros de profundidad, sobre suelos muy pobres no sólo por su carácter arenoso, si no por la ausencia de cationes de cambio y de materia orgánica en superficie.

Es una comunidad muy bien representada en todo el área de estudio, se podría decir que es la comunidad de matorral más frecuente en el manto eólico de Doñana.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=20,3$ (max=39 y min=9) y su diversidad media es de $H'=4,1$ (max=5,17 y min=3,07) (Tabla 46). El monte blanco esta caracterizado por la presencia de *Halimium halimifolium* y *Stauracanthus genistoides*. Entre las especies de matorral son frecuentes las cistáceas *Halimium commutatum* y *Cistus libanotis* y las labiadas *Rosmarinus officinalis*, *Lavandula stoechas* subsp. *sampoiana* y *Thymus mastichina*. En el cortejo se presentan varias especies endémicas que, aunque poco frecuentes, son características de esta comunidad como el endemismo ibérico *Armeria velutina* y los endemismos de la subprovincia Gaditano-Algarviense *Adenocarpus gibbsianus* y *Dianthus broteroi*.

Algunos inventarios presentan especies de carácter más hidrófilo propias del monte negro o brezal como *Ulex australis* y *Erica scoparia*. Rivas-Martínez & al. (1980) definen la subasociación *Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis ulicetosum australis* para reflejar la situación ecotónica entre las comunidades más hidrófilas de brezal y las más xéricas de monte blanco. A esta subasociación se podrían adscribir los inventarios 1, 2, 4, 5, 11, 16, 18, 20, 22, 24, 25, 28, 29, 31, 35, 40 y 41 de la Tabla 46.

Es frecuente también la presencia de elementos florísticos de las comunidades con las que contacta catenalmente como *Corema album*, *Osyris lanceolata* y *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*.

La presencia en tres inventarios de *Erica umbellata*, según Rivas-Martínez & al. (1980), se debe a la alternancia en profundidad en los suelos de bandas de arenas y limos.

Existe un inventario desviante (Tabla 46: inventario 1), realizado en el Parque Natural, con una fuerte presencia de *Erica australis*, especie que sólo ha sido registrada esta vez en el área de estudio, por lo tanto es un caso aislado que no aporta variabilidad a la comunidad.

En el estrato herbáceo que acompaña a esta comunidad es frecuente la presencia de *Andryala arenaria* y *Thapsia villosa*, elementos del orden *Helienthometalia guttati*, destacando entre las especies más frecuentes *Xolantha guttata*, *Tolpis barbata* y *Briza maxima*, y del orden *Malcolmietalia* como *Malcolmia triloba*, *Agrostis tenerrima* y *Erodium aethiopicum*. El cortejo herbáceo, al estar dominado por terófitos, es muy dependiente de las precipitaciones anuales, presentando una gran variabilidad interanual. En la Tabla 46 se puede observar la diferencia en la presencia de especies herbáceas en un año escaso en precipitaciones como fue el año 2005 (inventarios 17-42) y un año con precipitaciones abundantes como lo fueron los años 2006 y 2007 (inventarios 1-16).

Sintaxonomía: Comunidad descrita por Rivas-Martínez & al. (1980) en Doñana como muy extendida por todo el sector Onubense en particular por los arenales cuaternarios de origen dunar. La describen como una comunidad sabulícula altamente especializada y con gran capacidad para la toma de agua en un ambiente fisiológicamente tan seco como son las paleodunas y arenales del sector Onubense. Costa & al. (1996) la citan en el sector Algarviense aunque muy localizada y empobrecida.

Situación en el paisaje: Se trata de comunidades seriales, que actúan de predecesoras del sabinar xerófilo (*Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae*) o bien como etapa de degradación del mismo (Rivas-Martínez & al., 1980). Valle 2003 y De las Heras (2007) citan esta misma posición en el esquema sucesional para la comunidad.

Siguiendo un gradiente de humedad edáfica, esta comunidad pasa a ser un brezal *Erico scopariae-Ulicetum australis*, dominado por especies más hidrófilas, cuando el nivel freático se encuentra más cercano a la superficie. Cuando existe un gradiente de movilidad del sustrato, como es el caso del tren de dunas móviles, contacta con los matorrales dominados por camarinas de *Stauracantho genistoidis-Corematetum albi*, mejor adaptados a condiciones de mayor inestabilidad de los suelos.

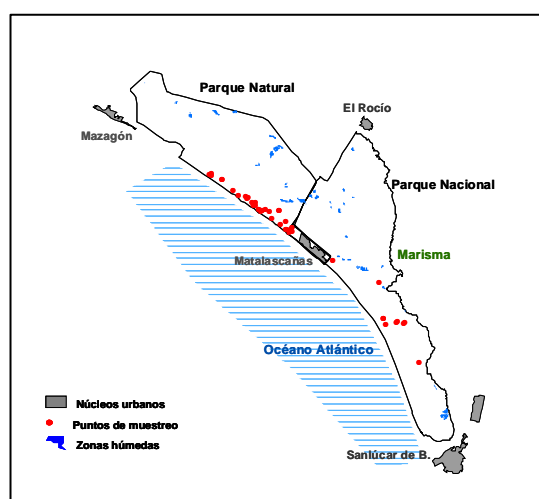
Grado de protección: Hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Dunas con vegetación esclerófila de Cisto-Lavanduletalia* (Real Decreto 1997/1995) código 2260 (Bartolomé & al., 2005).

23.2.2. *Stauracantho genistoidis-Corematetum albi* Br.-Bl., P. Silva & Rozeira 1965

Fisionomía y estructura: Se trata de comunidades de matorrales dominadas por nanofanerófitos con una cobertura arbustiva entre el 30% y el 90%, formando masas densas, separadas por espacios de arenas móviles muy pobres en cobertura herbácea. La presencia de *Pinus pinea* en gran parte de los inventarios, se refiere a ejemplares de pequeño porte debido a las condiciones extremas de los hábitats donde crece.

Distribución mundial: Costas atlánticas de la Península Ibérica.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 54): Aparece en áreas donde los sistemas de dunas móviles tienden a estabilizarse. Hábitats que ocupan por tanto una posición intermedia entre los sistemas dunares activos y las dunas estabilizadas. Se ha localizado en el área de estudio principalmente en las zonas altas del Asperillo y puntualmente aparecen extensiones limitadas de esta comunidad a lo largo del tren de dunas móviles.



Mapa 54. Distribución de las comunidades muestreadas de *Stauracantho genistoidis-Corematetum albi*.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=10,3$ ($\max=23$ y $\min=4$) y su diversidad media es de $H'=3,1$ ($\max=4,4$ y $\min=1,9$) (Tabla 47). La especie más característica de esta asociación es sin duda *Corema album*, que presenta adaptaciones específicas a estos medios relativamente inestables. Se acompaña por una serie de especies arbustivas de pequeña talla características del monte blanco, como *Stauracanthus genistoides*, *Halimium halimifolium*, *Halimium commutatum*, *Cytisus grandiflorus* y *Cistus salviifolius*. Es frecuente en estas comunidades la presencia de pinos de pequeño porte, que se consideran fruto de repoblaciones, realizadas durante los años cincuenta del siglo pasado, para estabilizar las dunas activas del Asperillo.

El resto de especies son, en su mayoría, especies arbustivas propias también del monte blanco, de los sabinares (*Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae*) o del matorral de dunas (*Artemisio crithmifoliae-Armerietum pungentis*). Las especies herbáceas que se presentan en esta comunidad pertenecen a *Helianthemetea guttati*. En los inventarios realizados en el tren de dunas móviles aparece como especie frecuente *Scirpoides holoschoenus*, posiblemente, como testigo de las comunidades de carácter higrófito, que se desarrollaron antes de que el avance de las dunas aumentara la profundidad del freático respecto a la superficie y se instalara el matorral de camarinas.

Sintaxonomía: Braun-Blanquet & al. (1965) describen esta asociación como fijadora de las arenas litorales de las costas de Portugal, dominada por la presencia de *Corema album*, *Stauracanthus genistoides*, *Cistus libanotis*, *Cistus salviifolius* y *Calluna vulgaris*, separando dos subasociaciones en función de la presencia de *Helichrysum picardii* y *Ulex europaeus* subsp. *latebracteatus* (Mariz) Rothm.

Rivas-Martínez & al. (1980) describen para el matorral de camarinas una asociación nueva *Rubio longifoliae-Corematetum albi*, con inventarios procedentes en su mayor parte de Portugal y tres perteneciente al tren de dunas móviles de Doñana. Esta comunidad, se caracteriza por una elevada abundancia de camarina y una presencia casi constante de *Rubia peregrina*.

Los inventarios tomados en el presente trabajo son más similares a los expuestos por Braun-Blanquet & al. (1965) en lo que respecta a la abundancia de *Stauracanthus genistoides* y otras especies arbustivas como *Cistus salviifolius*, por otra parte presentan una mayor diversidad de especies que los aportados por Rivas-Martínez & al. (1980) y la presencia de *Rubia peregrina* como especie acompañante, únicamente aparece en algunos inventarios del tren de dunas.

Costa & al. (2000) reconocen este sintaxón como endémico del superdistrito costero portugués, muy abundante bajo pinares y reconociéndola como la vegetación madura de las dunas del interior, considerándola una comunidad de transición entre los matorrales de *Cisto-Lavanduletea* y *Calluno-Ulicetea*. La similitud en la composición florística y la dinámica de la comunidad, más propia de un matorral de sustitución perteneciente a *Cistolavanduletea* que a *Quercetea ilicis*, han hecho que se decida adscribir los inventarios a *Stauracantho genistoidis-Corematetum albi* en vez de a *Rubio-Coremation albi*. Por tanto el hecho de adscribir los inventarios realizados en Doñana a esta asociación determinaría no reconocer la endemidad citada por Costa & al. (2000) y adscribir los tres inventarios procedentes de Doñana que Rivas-Martínez & al. (1980) incluyen en la descripción del

Rubio-Corematetum como inventarios fragmentarios de la comunidad de *Stauracantho genistoidis-Corematetum albi*, siendo similares también a los encontrados en este trabajo en el tren dunas.

Situación en el paisaje: Las comunidades de matorral presentes en el tren de dunas se distribuyen según un gradiente de movilidad del sustrato e influencia del hálito marino. Si la movilidad de las arenas es alta y la influencia del viento marino también, se forman las comunidades dominadas por *Corema album*, que contactan con las de *Halimio halimifolii-Stauracantho genistoidis* cuando las arenas están estabilizadas y no existe influencia del hálito marino, compartiendo muchos elementos florísticos como reflejo de las situaciones ecotónicas entre ambas. La presencia de pino en estas comunidades dominadas por *Corema album*, con el paso del tiempo, provoca que se modifiquen las condiciones de movilidad del sustrato y puedan entrar especies típicas de arenas estabilizadas, pasando así a desarrollarse comunidades de monte blanco.

Cuando la movilidad de las arenas es baja, pero la influencia del viento cargado de sales es aún alta, se forman las comunidades de *Artemisio crithmifoliae-Armerietum pungentis*, con las que también comparte elementos florísticos.

En el territorio estas comunidades se pueden concebir como comunidades permanentes, las cuales, mientras la movilidad del sustrato sea alta y la influencia del hálito marino también no son sustituidas por ninguna otra comunidad. Pero si las condiciones del medio cambian, como se ha dicho, se da paso al matorral serial dominado por *Halimium halimifolium*, etapa predecesora de los sabinares. Por tanto se puede considerar una comunidad integrante de la serie edafoxerófila de la sabina (*Osyrio-Juniperetum turbinatae*).

Grado de protección: Hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Dunas con vegetación esclerófila de Cisto-Lavanduletalia* (Real Decreto 1997/1995) código 2260 (Bartolomé & al., 2005).

VII.B. VEGETACIÓN SERIAL ARBUSTIVA Y DE MARGEN DE BOSQUE

24. *Cytisetea scopario-striati*

Los piornales o retamares son comunidades de orla de bosque o comunidades permanentes edafoixerófilas, se desarrollan sobre suelos pobres o ricos y están dominadas por especies arbustivas de leguminosas con tallos y ramas verdes, largas y flexibles. Se distribuyen por el Mediterráneo occidental, territorios atlánticos y subatlánticos, sobre suelos húmicos no erosionados con propiedades estagnicas o de gley, y como vegetación secundaria de bosques esclerófilos o caducos en el termo a supratemplado y en el termo a supramediterráneo, de semiárido a hiperhúmedo.

24a. *Cytisetalia scopario-striati*

Comunidades sobre suelos silíceos en territorios atlánticos, mediterráneos y submediterráneos de la Península Ibérica, excepto en el termo-mesomediterráneo subhúmedo y húmedo del sector Aljibico y Valle del Ampurdá.

24.1. *Retamion sphaerocarpace*

Retamares sobre suelos arenosos secos y subhúmedos del piso termomediterráneo presentes en la costa Lusitano-Andaluza.

Tan sólo se ha realizado un inventario en la desembocadura del río Guadalquivir donde la retama es el arbusto dominante, en zonas de formación reciente por aportes de origen fluvio-marino.

El inventario se transcribe a continuación:

Retama monosperma 4, *Asparagus acutifolius* 2, *Pinus pinea* 1, *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*, *Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea* 1, *Lotus creticus* +, *Malcolmia littorea* 2, *Erodium aethiopicum* 2, *Sporobolus pungens* +, *Lagurus ovatus* 1, *Lotus arenarius* 2, *Euphorbia terracina* +. (Inventario nº 1689: Parque Nacional, Punta del Malandar. 7-VII-2007).

Pérez-Chiscano (1982) describe los retamares costeros de la desembocadura del Guadiana publicando una nueva asociación: *Pycnocomon rutifoliae-Retametum monospermae* que la encuadra en la clase *Helichryso-Crucianelletea* bajo la alianza *Crucianellion maritimae*. Rivas-Martínez & al. (2002) consideran a los retamares costeros dentro de la clase *Cytisetea scopario-striati*, donde incluyen la asociación descrita por Pérez-Chiscano (1982) bajo el sinónimo *Centaureo sphaerocephalae-Retametum monospermae*.

Pérez-Chiscano (1982) describe estos retamares como una comunidad dominada por *Retama monosperma* donde abundan especies de caméfitos y terófitos entre los que destaca como especies características *Pycnocomon rutifolium*, *Reichardia gaditana*, *Echium gaditanum* y *Silene ramossissima*. Los sitúa en los primeros corrales interdunares en los

biotopos, que ocupaba el matorral de dunas *Artemisio crithmifoliae*- *Armerietum pungentis* en el sector más oriental de la costa onubense.

Costa & al. (1996) citan estos retamares en las dunas fijas del parque de la Ría Formosa, como presente en la zona oriental, desde la isla de Tavira hasta Vila Real de San Antonio. Integrándolos en la geoserie de las arenas estabilizadas.

El inventario que se ha realizado en la zona de estudio es fragmentario, y no se puede decir que en Doñana haya retamares costeros, tan sólo un pequeño esbozo en la localidad en la que se realizó el inventario.

De las Heras (2007) cita estos retamares en zonas aledañas al territorio objeto del presente estudio, aportando dos inventarios realizados en Mazagón. Esta autora, al contrario que Pérez-Chiscano (1982) que considera a los retamares costeros como etapas de sustitución del sabinar, las cita como comunidades permanentes en contacto hacia el interior con el sabinar y hacia la costa con las comunidades de *Artemisia crithmifoliae*-*Armerietum pungentis* integradas en la serie del enebral costero.

Los retamares costeros son muy abundantes a lo largo de toda la costa onubense, sobre todo en su sector más occidental, sin embargo su presencia en el área de estudio es puntual. Según Gallego-Fernández & al. (2006) durante los años 20-30 del siglo XX se realizaron numerosas plantaciones de retama blanca como especie estabilizadora de dunas en la flecha de Nueva Umbría, hecho que significó un cambio en el paisaje siendo ya la retama muy abundante en los años 70-80. Estos autores no indican el alcance de estas repoblaciones, pero probablemente fueran más frecuentes, ya que según García-Murillo (1999) los primeros estudios destinados a la fijación de dunas en el municipio de Almonte, realizados a finales del siglo XIX, también contaban con la retama blanca como especie a utilizar en este tipo de actuaciones. Luego a la hora de analizar la distribución de los retamares en la costa onubense, hay que tener en cuenta este hecho, ya que han podido verse favorecidos por la acción antrópica.

En el área de estudio, no se han encontrado datos acerca de repoblaciones realizadas con retama blanca, si se realizaron, probablemente serían de poca envergadura dada la escasa representación de los retamares en el territorio.

25. *Rhamno-Prunetea*

Comunidades seriales deciduas de matorral mesofíticas y xerófitas dominadas por microfanerófitos en muchas ocasiones espinosos (“espinales”, “zarzales”, “setos”, “bardissas”), generalmente provenientes de la destrucción de bosques de *Quercus-Fagetum* y *Salici-Populetea nigrae*. Se desarrollan sobre suelos ricos en componentes húmicos, creciendo en bordes de bosques y como comunidades permanentes en suelos rocosos poco profundos de acantilados, zonas de fuertes pendientes y conos nevados en áreas eurosiberianas y mediterráneas.

25a. *Prunetalia spinosae*

Matorrales con arbustos de madera dura espinosos.

25.1. *Pruno-Rubion ulmifolii*

De distribución por el oeste mediterráneo y atlántico termo-supramediterráneo, sobre suelos méxicos.

25.1a. *Rosenion carioti-pouzinii*

Distribuidas por el oeste peninsular y mediterráneo central.

25.1.1. *Lonicero hispanicae-Rubetum ulmifolii* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Fisionomía y estructura: Comunidad dominada por microfanerófitos y lianas de hoja caduca. Son matorrales muy densos donde el estrato herbáceo es escaso.

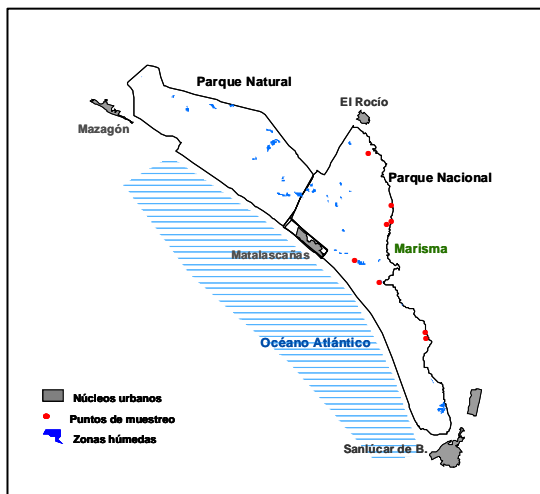
Distribución mundial: Mediterránea-Iberoatlántica y Tingitana.

Ecología y distribución en el área de estudio

(Mapa 55): Los zarzales según Rivas-Martínez & al. (1980) prosperan sobre suelos profundos, húmedos y arenosos meso-oligotrofos, pero no ácidos en la superficie. En el área de estudio se encuentran asociados a bordes de lagunas, cercanos al cauce de los caños o arroyos, y en algunos puntos de la vera donde el nivel freático se mantiene cerca de superficie durante casi todo el año. Al ser un matorral muy espinoso no se encuentra muy degradado por los herbívoros, siendo el factor que puede afectar a su regresión la desecación del acuífero.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=8,38$ (max=15 y min=3) y su diversidad media es de $H'=2,62$ (max=3,7 y min=1,38) (Tabla 48). Las especies características son *Rubus ulmifolius* y *Lonicera peryclimenum* subsp. *hispanica*. Es una comunidad pobre en especies, donde la densidad de las zarzas dificulta la entrada de otras especies.

En los inventarios tipo incluidos en la descripción de la comunidad por Rivas-Martínez & al. (1980), el cortejo florístico es más higrófilo apareciendo especies como *Fraxinus angustifolia*, *Rosa canina*, *Tamus communis* y *Crataegus monogyna* que denotan un alto grado de conservación. Los inventarios realizados en la zona de estudio carecen de este cortejo, siendo más frecuente la aparición de elementos comunes con los brezales de monte



Mapa 55. Distribución de las comunidades muestreadas de *Lonicero hispanicae-Rubetum ulmifolii*.

negro o el matorral noble, como *Erica scoparia*, *Ulex minor*, *Myrtus communis* y *Smilax aspera*.

Sintaxonomía: Comunidad descrita en Doñana por Rivas-Martínez & al. (1980) siendo el *syntipus* del arroyo de la Rocina.

Situación en el paisaje: Según Rivas-Martínez & al. (1980) los zarzales con madreSelva representan la primera etapa de sustitución y la orla natural de los bosques ribereños de fresnos. En el área de estudio los zarzales se han encontrado como matorral bajo las saucedas, y en orlas de lagunas, en contacto con los brezales tanto de la asociación *Erico scopariae-Ulicetum australis* como de *Erico ciliaris-Ulicetum minoris*.

Salazar & Valle (2005) citan a esta comunidad como matorral de sustitución de numerosas formaciones de ribera como alamedas, saucedas, fresnedas y alisedas. En el territorio lo integran en la serie de las saucedas (*Viti-Salicetum atrocineræe*) y de las fresnedas (*Ficario-Fraxinetum angustifoliae*).

Grado de protección: No se contempla la protección de esta comunidad en la Directiva Hábitat (Real Decreto 1997/1995).

VIII. VEGETACIÓN POTENCIAL FORESTAL, PREFORESTAL, SEMIDESÉRTICA Y DESÉRTICA: BOSQUES, ARBUSTEDAS, SEMIDESIERTOS Y DESIERTOS.

VIIIA. ARBUSTEDAS Y BOSQUES PALUSTRES, QUINÓFILO O PRIMOCOLONIZADORES RIPARIOS.

26. *Nerio-Tamaricetea*

Comunidades permanentes de matorral y gramíneas perennes de gran porte, ligadas a las riveras y a los lagos, dominadas por especies del género *Tamarix* ssp., *Nerium oleander*, *Saccharum ravennae*, etc...

26a. *Tamaricetalia*

Comunidades temporalmente inundadas por aguas dulces, salobres o saladas en zonas del infra a mesomediterráneo árido a seco, creciendo en suelos iniciales de lechos ribereños, ramblas, riachuelos y lagunas temporales, donde no corre el agua durante periodos prolongados.

26.1. *Tamaricion africanae*

Tarayales en bordes de ríos y lagunas de aguas dulces.

26.1.1. *Polygono equisetiformis-Tamaricetum africanae* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

La presencia de *Tamarix gallica* en el territorio, formando pequeños bosquetes densos, tan sólo se ha observado en una localidad del área de estudio, correspondiente a zonas inundables muy planas cercanas al río Guadalquivir y con un contenido en limos alto.

El inventario se transcribe a continuación:

Tamarix gallica 5, *Rubus ulmifolius* 2, *Pistacia lentiscus* +, *Agrostis stolonifera* 1, *Polygonum equisetiformis* 1, *Galium parisiense* 3, *Juncus acutus* +, *Rumex conglomeratus* +, *Sonchus asper* +, *Capsella bursa-pastoris* +, *Urtica urens* +, *Geranium molle* 2, *Stellaria media* 4, *Sonchus oleraceus* +, *Senecio jacobaea* +, *Chenopodium chenopodioides* +, *Polycarpon tetraphyllum* +. (Inventario nº1072: Parque Nacional de Doñana, Llanos de la Plancha. 11-IV-2006).

Braun-Blanquet & Bolós (1957) describen en el río Ebro la asociación *Tamaricetum gallicae* como presente en los márgenes susceptibles de ser inundados, y donde se acumula gran cantidad de limos ricos en nitratos y carbonatos, que permiten la entrada de taxones halófilos en su cortejo florístico. Estos autores indican la evolución de estos tarayales hacia comunidades de *Rubio-Populetum*, cuando el nivel de la capa freática desciende.

Pérez-Latorre & al. (2002) consideran los tarayales presentes en la cuenca del río Guadiamar pertenecientes a *Tamaricetum gallicae*. Los sitúan sobre suelos arenosos y arcillosos que pueden estar ligeramente salinizados, ocupando arroyos que se desecan en primavera, bordes de lagunas, canales y regatos.

Rivas-Martínez & al. (1980) describen en Doñana la asociación *Polygono equisetiformis-Tamaricetum africanae* frecuente en los suelos arenosos o arcillosos, que prosperan en los cauces, riberas y depresiones temporalmente inundadas. En los inventarios que aportan estos autores no aparece *Tamarix gallica*, aunque la reconocen como característica de la asociación. El inventario realizado en los Llanos de la Plancha correspondería a la comunidad descrita por Rivas-Martínez & al. (1980). Estos autores indican la geoviciariedad de *Polygono equisetiformis-Tamaricetum africanae*, presente en Andalucía occidental y en la provincia Tingitana oriental, con *Tamaricetum gallicae* de distribución termo-mesomediterránea.

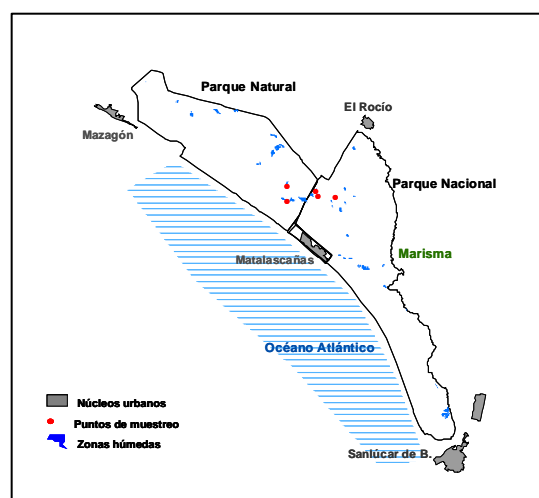
Valle (2003) y Salazar & Valle (2005) incluyen las comunidades de *Tamaricetum gallicae* en las series edafohigrófilas mesomediterránea mediterráneo-iberolevantina y bética oriental basófilas y en la mesomediterránea inferior y termomediterránea hispalense basófila, sin incluir estos tarayales en la serie edafohigrófila termomediterránea jerezana, onubense litoral y algarviense silicícola, que es la que corresponde al territorio de estudio, donde sí incluyen la comunidad *Polygono equisetiformis-Tamaricetum africanae*.

26.2. *Imperato cylindricae-Erianthion ravennae*

Comunidades de cañas en manantiales y bancos de arena.

26.2.1. Comunidad de *Imperata cylindrica*

Rivas-Martínez & al. (1980) citan en Doñana la comunidad de *Imperata cylindrica* sin aportar inventarios de la misma, describiéndola como una comunidad heterogénea presidida por la gramínea vivaz *Imperata cylindrica*, que puede ir acompañada de otras hierbas vivaces como *Scirpoides holoschoenus* y *Agrostis stolonifera*. Estos autores sitúan a la comunidad en pequeños cauces, así como en arenales removidos y temporalmente húmedos de las áreas próximas a la Rocina. Le atribuyen semejanzas florísticas y ecológicas con la asociación *Equiseto ramosissimi-Erianthetum ravennae*, dada a conocer por Braun-Blanquet & Bolós (1957) en los márgenes del río Ebro.



Mapa 56. Distribución de las comunidades muestreadas de *Imperata cylindrica*.

Más tarde, Pérez-Latorre & al. (2002) describen en la cuenca del río Guadiamar la asociación *Imperato cylindricae-Scirpetum holoschoeni*, situándola en cauces arenosos, en arenas sobre limos hidromorfos, y asimilan la comunidad citada por Rivas-Martínez & al.

(1980) a esta nueva asociación. Las especies que la caracterizan son *Imperata cylindrica* y *Scirpoides holoschoenus*, que se presentan de manera codominante, según el inventario tipo que proponen estos autores para la descripción de la comunidad. El cortejo florístico es rico en elementos nitrófilos al estar, según los autores, estas comunidades muy visitadas por el ganado. Los inventarios realizados en el territorio (Tabla 49) presentan un cortejo muy diferente al de la comunidad descrita en el Guadiamar, además de que se realizaron en orlas de lagunas temporales y no en orillas inundables de ríos. Al no coincidir ni la ecología, ni la composición específica, se ha decidido no adscribir los inventarios de la zona de estudio a la asociación *Imperato cylindricae-Scirpetum holoschoeni*.

Pérez-Latorre & al. (2002), además reconocen la presencia de la comunidad *Eriantho ravennae-Holoschoenetum australis* en la cuenca de dicho río, describiéndola como grandes herbazales en arenales con manto freático superficial, dominados por *Saccharum ravaennae*.

Los inventarios de la Tabla 49 se diferencian respecto a los aportados por Braun-Blanquet & Bolós (1957) de las comunidades de *Equiseto ramosissimi-Erianthetum ravennae* en la ausencia de las dos especies características *Saccharum ravaennae* y *Equisetum ramosissimum*. La ecología de estas comunidades es de bordes arenosos de ríos mediterráneos, que pueden soportar algunas riadas. Como se ha comentado con anterioridad, los inventarios que se presentan en este trabajo pertenecen a bordes lagunares donde las condiciones hidrológicas y los regímenes de inundación son muy diferentes.

Por último, De las Heras (2007) adscribe los inventarios realizados en el entorno de Doñana a la asociación *Equiseto ramosissimi-Imperantetum cylindricae*, indicando la condición finícola de esta comunidad en el territorio. Los inventarios aportados por la autora presentan, al menos uno de ellos, *Equisetum ramosissimum*, ausente en los realizados en el territorio de estudio, siendo el resto del cortejo florístico muy similar al de los inventarios realizados en Doñana. A pesar de la similitud con los inventarios de De las Heras (2007), se ha decidido no adscribir los inventarios a esta comunidad ya que su distribución según Lorite & al. (2003) es iberolevantina meridional y murciano-almeriense, apareciendo también en muchas zonas de la Bética oriental, en concreto estos autores la citan en el río Andarax (Granada), territorios muy alejados de la zona de estudio y de muy diferente naturaleza.

Por lo tanto, se ha decidido dejar los inventarios realizados en el área de estudio a nivel de comunidad, sin adscribirlos a ninguna de las asociaciones descritas hasta ahora.

Rivas-Martínez & al. (2002) incluyen la asociación descrita por Braun-Blanquet & Bolós (1957) en la alianza *Imperato cylindricae-Erianthion ravennae* y dan como especies características de la misma a *Imperata cylindrica*, *Panicum repens* y *Saccharum ravennae*. Luego es lógico incluir estas comunidades de *Imperata cylindrica* bajo esta alianza.

En la Tabla 49 se incluyen algunos inventarios realizados en bordes de lagunas temporales, donde se presenta *Imperata cylindrica* de manera dominante, formando pastizales densos dominados por vivaces, en la franja de vegetación donde no existe normalmente inundación, salvo años especialmente húmedos. Se presenta acompañada por otras gramíneas vivaces como *Panicum repens* y *Agrostis stolonifera* y por terófitos higrófitos

característicos de los pastizales de *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*, con los que contacta.

En el Mapa 56 se muestran la distribución de las comunidades de *Imperata cylindrica* muestreadas durante el presente estudio.

Además de los inventarios que aparecen en la Tabla 49, se ha registrado la presencia de *Imperata cylindrica* en varias comunidades ligadas a sitios húmedos donde no existe inundación pero la capa freática está cercana a superficie, manteniendo el suelo fresco y húmedo durante gran parte del año. Su presencia es alta en las comunidades de *Holoschoeno-Juncetum acuti*, características de los corrales húmedos del tren de dunas, donde aparece de manera codominante en algunos inventarios (ver Tabla 39: inventarios 3, 4, y 5).

En los inventarios 39, 41, 42 y 43 de la Tabla 11, pertenecientes a los pastizales de *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*, aparece como abundante junto con *Schoenus nigricans*. Por último, en comunidades de *Centaureo exaratae-Schoenetum nigricantis* y *Eryngio corniculati-Preslietum cervinae* presenta en alguno de los inventarios valores de cobertura altos.

26.3. *Tamaricion boveano-canariensis*

Tarayales creciendo en orlas de lagunas, arroyos o riberas de aguas salinas o salobres.

26.3.1. *Agrostio stoloniferae-Tamaricetum canariensis* Cirujano 1981

Se ha realizado un inventario donde la especie dominante es *Tamarix canariensis* perteneciente a un tarayal que se encuentra en la Laguna del Taraje, situada en la Reserva Biológica de Doñana; siendo esta zona húmeda de carácter salobre, la única donde se ha registrado dicho taxón formando masas densas. El bosque que se ha realizado el inventario se sitúa en zonas que se inundan en la época de fuertes lluvias, permaneciendo así hasta finales de la primavera en los años más lluviosos.

Se transcribe a continuación el inventario:

Tamarix canariensis 5, *Chenopodium chenopodioides* 2, *Polypogon maritimus* subsp. *maritimus* 1, *Frankenia boissieri* +, *Isolepis cernua* +. (Inventario nº1274: Reserva Biológica de Doñana, Laguna del Taraje. 10-V-2006).

Tamarix canariensis es especie característica de la alianza *Tamaricion boveano-canariensis* en la que se incluyen los tarayales creciendo en orlas de lagunas, arroyos o riberas de aguas salinas o salobres (Rivas-Martínez & al. 2002). En Doñana Rivas-Martínez & al. (1980) no contemplan los tarayales dominados por *T. canariensis*, tan sólo los dominados por *T. africana*, especie más frecuente en el territorio.

Se ha adscrito el inventario realizado a la asociación *Agrostio stoloniferae-Tamaricetum canariensis*, descrita por Cirujano (1981) para las lagunas de la Mancha, sobre suelos húmedos salobres, inundados con frecuencia tras las lluvias primaverales y nitrificados por

el intenso pastoreo. La ecología y los inventarios aportados por este autor son muy similares al registrado en la zona de estudio. Sin embargo, tanto Rivas-Martínez & al. (1980) como Valle (2003) y Salazar & Valle (2005), sólo reconocen en el territorio de estudio, los tarayales que presentan como etapa madura a las comunidades de *Polygono-equisetiformis-Tamaricetum africanae*.

27. *Salici purpureae-Populetea nigrae*

Bosques de ribera caducos y saucedas de las regiones Eurosiberiana y Mediterránea.

27a. *Populetales albae*

Meso-macro bosques de ribera creciendo en fluvisoles, con el nivel freático muy cerca de la superficie.

27.1. *Populion albae*

De distribución mediterránea. Creciendo sobre suelos ricos con inundaciones leves de aguas ligeramente eutrofizadas.

27.1a. *Fraxino angustifoliae-Ulmenion minoris*

Zonas altas normalmente poco inundadas.

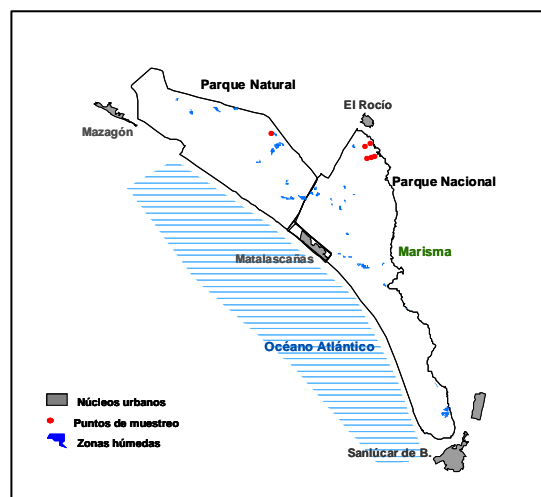
27.1.1. *Ficario ranunculoidis-Fraxinetum angustifoliae* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Fisionomía y estructura: La fresneda es un bosque de ribera en el que dominan los fresnos a veces acompañados por chopos. Presenta una estructura en vertical, desarrollándose bajo el estrato arbóreo un denso matorral de zarzas y madreselvas acompañado por otras lianas.

Distribución mundial: Salazar & Valle (2005) incluyen estas comunidades en series edafohigrófilas meso-termomediterráneas sobre suelos silicícolas de distribución mediterráneo-iberoatlántica, mariano-monchiquense y del litoral onubo-algarviense.

Ecología y distribución en el área de estudio

(Mapa 57): Bosques ribereños rara vez inundados, en los que suelen dominar los fresnos frente a los chopos, constituido por varios estratos vegetales (Rivas-Martínez & al., 1980). Se desarrollan en suelos de textura arenosa y pseudogleizados en todo su perfil. Como ya apuntaron en la descripción de esta comunidad en Doñana Rivas-Martínez & al.



Mapa 57. Distribución de las comunidades muestreadas de *Ficario ranunculoidis-Fraxinetum angustifoliae* y *Viti viniferae-Salicetum atrocinereae*

(1980), es muy escasa en el territorio debido a dos motivos, la escasez de biotopos favorables y la intensa deforestación. En el área de estudio tan sólo se ha registrado una fresneda en los sotos del Parque Nacional. Estos sotos ahora en regeneración, han estado muy perturbados, ocupando las repoblaciones de eucaliptos el hábitat donde se desarrollan normalmente las fresnedas, que corresponde a la franja donde existe una humedad edáfica alta pero no inundación.

Composición florística: En la Tabla 50 se presentan de manera conjunta las fresnedas y las saucedas, ya que el análisis matemático, por la similitud en el cortejo florístico de ambas, las ha separado como un solo grupo. Tan sólo el inventario 1 de la Tabla 50 se ha considerado perteneciente a la comunidad de *Ficario-Fraxinetum angustifoliae*, dada la dominancia de *Fraxinus angustifolia* que presenta. Se encuentra acompañado de matorrales ligados a zonas húmedas como *Rubus ulmifolius*, *Lonicera peryclimenum* subsp. *hispanica* y *Salix atrocinerea*, especies que comparte con las saucedas presentes en el territorio.

Esta comunidad, según indican Rivas-Martínez & al. (1980) en su descripción es rica en geófitos de floración primaveral y terófitos escionitrófilos, taxones que no se han detectado en el inventario realizado. Este inventario realizado en los sotos es fragmentario y no se debe considerar como ejemplo de las fresnedas típicas de Doñana. Estos bosques de ribera están muy bien representados en el arroyo de la Rocina, de donde proceden los inventarios realizados en los trabajos de Rivas-Martínez & al. (1980) y De las Heras (2007).

Sintaxonomía: Comunidad descrita en Doñana por Rivas-Martínez & al. (1980) en la finca de Coto del Rey y en el arroyo de la Rocina donde las fresnedas alcanzan su óptimo desarrollo en Doñana, ambas localidades excluidas de la zona de estudio.

Situación en el paisaje: La fresneda es una comunidad edafohigrófila que representa la etapa madura del ecosistema ribereño en la zona. En el área de estudio se encuentran en contacto con las saucedas, comunidades más higrófilas que se desarrollan a pie de cauce o donde el nivel freático está muy cercano a superficie durante todo el año.

Según Rivas-Martínez & al. (1980) las fresnedas, cuando el suelo tiende a ser más seco, contactan con el alcornocal termófilo. Salazar & Valle (2005) indican el siguiente esquema sucesional para describir la serie de la fresneda en el territorio, *Ficario-Fraxinetum angustifoliae*: *Lonicero-Rubietum ulmifolii*: *Erico ciliaris-Ulicetum minoris*: *Galio palustris-Juncetum maritimi*: *Holoschoeno-Juncetum acuti*: *Trifolio-Caricetum chaetophyllae*: *Urtico dubiae-Smyrnetum olusatrum*.

Las comunidades de sustitución de las fresnedas, sí son frecuentes en la zona de estudio, por lo que se puede inferir que este tipo de bosque de ribera debería de ser más frecuente en la zona.

Grado de protección: Hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Fresnedas termófilas de Fraxinus angustifolia*. (Real Decreto 1997/1995) código 91B0 (Bartolomé & al., 2005).

27.2. *Osmundo-Alnion*

De distribución mediterránea. Se desarrollan sobre suelos arenosos pobres o en rocas silíceas, en orillas de ríos con aguas oligotrofas.

27.2.1. *Viti viniferae-Salicetum atrocinereae* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Fisionomía y estructura: Se trata de una comunidad de matorral dominada por sauces, que crece sobre suelos donde el nivel freático está cercano a superficie. Son bosquetes densos que presentan una estructura en vertical desarrollándose un estrato arbóreo poco denso con fresnos, un estrato arbustivo dominado por sauces de gran talla y a la sombra de éstos se desarrolla un zarzal denso con madresevas, o bien cuando éste tiene una cobertura menor se pueden presentar especies herbáceas vivaces o lianas. Esta comunidad crece paralela al cauce formando una banda de vegetación ancha y densa que la hace prácticamente impenetrable.

Distribución mundial: Sector Gaditano-Onubense litoral y sector Algarviense.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 57): Según Rivas-Martínez & al. (1980) se desarrollan sobre suelos temporalmente inundados, gleizados y oligotrofos. Son comunidades edafohigrófilas, su presencia en el territorio está ligada a la existencia de cauces o de aportes constantes del freático que mantienen una humedad edáfica elevada durante todo el año. No es una comunidad frecuente en el área de estudio, al igual que la fresneda, se ha registrado en dos caños dentro del Parque Nacional, que vierten sus aguas a la marisma madre, denominados sotos, que son los únicos cauces permanentes en la zona de estudio.

Esta comunidad, se ha detectado de manera residual en los bordes de lagunas turbosas, que presentan aportes de agua subterráneos de manera constante durante casi todo el año. Esta humedad constante ligada a la escorrentía o a aportes subterráneos que no permiten un estancamiento de las aguas, posibilita el desarrollo de estas comunidades de sauce fuera de cauces. Este caso sólo se ha registrado en el área de estudio en las turberas de Ribete hilos (Tabla 50: inventario 6), aunque la presencia de sauces sí es constante en la mayoría de los vasos de turbera visitados en la zona.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=10,4$ ($\max=19$ y $\min=9$) y su diversidad media es de $H'=3,4$ ($\max=4,25$ y $\min=3,05$) (Tabla 50). Para el cálculo de los índices de diversidad, tan sólo se ha tenido en cuenta los inventarios pertenecientes a las saucedas. La especie característica es *Salix atrocinerea* acompañada de la liana *Vitis vinifera*. En uno de los inventarios aparece *Populus nigra* con una cobertura muy alta, correspondiendo a un tramo de ribera, donde se debió realizar una repoblación con dicha especie, ya que es considerado un taxón alóctono en el territorio. Bajo esta chopera, la comunidad que se desarrolla sigue siendo una saucedada. El cortejo florístico de herbáceas está formado por hierbas vivaces, entre las que cabe destacar *Thelyptheris palustris*, considerado por Rivas-Martínez & al. (1980) como una especie diferencial de la saucedada frente a la fresneda.

Existe una diferencia acusada entre el cortejo florístico de los inventarios realizados en los caños y el realizado en el borde de turbera, este último presenta taxones como *Sphagnum inundatum*, *Isolepis fluitans*, *Molinia caerulea* subsp. *arundinacea* y *Anagallis tenella* característicos de estos medios turbosos. La ecología de los dos tipos de saucedas es muy diferente, siendo más parecida al tipo descrito por Rivas-Martínez & al. (1980), la que se encuentra en los sotos (Tabla 50 inventarios 2, 3, 4, y 5). El inventario realizado en la turbera, se ha decidido adscribir al resto de las saucedas ya que no existen otras variantes descritas en el territorio, a pesar de las diferencias florísticas que han llevado al análisis numérico a separarlo del resto.

Sintaxonomía: Comunidad descrita por Rivas-Martínez & al. (1980) en el arroyo de la Rocina, donde las saucedas presentan un alto grado de conservación. Estos autores indican la presencia de la comunidad en la Reserva Biológica, donde lo hace de manera poco desarrollada.

Situación en el paisaje: Las saucedas dominadas por *Salix atrocinerea* forman la etapa madura de la serie riparia termomediterránea silicícola Gaditano-Onubo-Algarviense (Valle 2003). En el territorio de estudio las comunidades de ribera han sufrido un alto grado de perturbación, como resultado, las comunidades que la integran están poco estructuradas.

Si se realiza un corte perpendicular desde el cauce hacia el exterior, las saucedas contactarían con las fresnedas, bosque de ribera menos higrófilo, que puede crecer más alejado del cauce. Pero en el territorio, la realidad es que las saucedas contactan con los matorrales seriales xéricos típicos de las arenas estabilizadas, ajenos a la influencia de los cauces. La estructura de la ribera se rompe, debido a la perturbación que han sufrido estos cauces a lo largo del tiempo. Las repoblaciones de eucaliptos realizadas en la zona, no sólo han ocupado el hábitat disponible para las fresnedas, sino que además, al tratarse el eucalipto de una especie freatófita, han contribuido a reducir los aportes de agua freática. El efecto sinérgico de ambas, ha provocado que las fresnedas estén mal representadas en el territorio, como se ha comentado en el apartado anterior.

Hacia el interior del cauce, las saucedas contactan con comunidades de helófitos como *Typho-Phragmitetum australis*, *Cladietum marisci*, *Bolboschoenetum maritimi* y *Glycerio-Eleocharitetum palustris*, que se desarrollan en las zonas inundadas y donde la fuerza de la escorrentía es menor.

Salazar & Valle (2005) encuadran a las saucedas del área de estudio, como etapa madura, en el siguiente esquema sucesional: *Viti-Salicetum atrocinerae*: *Typho-Phragmitetum australis*: *Bolboschoenetum maritimi*: *Glycerio-Eleocharitetum palustris*: *Glycerio-Apietum nodiflori*: *Glycerio-Oenanthe crocatae*: *Juncetum rugoso-effusi*: *Galio palustris-Juncetum maritimi*: *Urtico dubiae-Smyrnetum olusatrum*.

Grado de protección: Hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Bosques de galería de Salix alba y Populus alba*. (Real Decreto 1997/1995) código 92A0 (Bartolomé & al., 2005).

VIIIB. VEGETACIÓN CLIMATÓFILA Y EDAFÓFILA POTENCIAL MEDITERRÁNEA Y EUROSIBERIANA

28. *Quercetea ilicis*

Bosques, matorrales y maquis de la región mediterránea, siempre verdes y marcescentes, de semiáridos a húmedos. De distribución termo-supramediterránea (excluida la subregión Canaria), también desarrollados en zonas meridionales submediterráneas eurosiberianas.

28a. *Quercetalia ilicis*

Micro-mesobosques potenciales sobre suelos ricos en bases o suelos pobres, pero no sometidos a procesos de salinización, o con propiedades permanentes de gley. De distribución termo-supramediterránea, de seca a húmeda.

28.1. *Quercus rotundifoliae-Oleion sylvestris*

Meso-microbosques de *Olea sylvestris*, *Quercus rotundifolia*, *Quercus suber*, *Quercus canariensis* o *Ceratonia siliqua*. Con especies termomediterráneas en el monte bajo como *Aristolochia baetica*, *Asparagus aphyllus*, *Clematis cirrhosa*, *Chamaerops humilis*, *Osyris lanceolata*, *Prasium majus*, *Rhamnus oleoides*, etc.. De distribución termomediterránea de seca a húmeda. Presentes en las regiones occidentales submediterráneas.

28.1.1. *Oleo sylvestris-Quercetum suberis* Rivas-Goday, Galiano & Rivas-Martínez ex Rivas-Martínez 1987

El alcornocal termófilo representa la etapa madura del ecosistema de arenas estabilizadas de Doñana. Este alcornocal, se desarrolla sobre los suelos más húmedos, donde la cercanía de la capa freática a la superficie, permite el crecimiento de especies típicas de lugares donde la precipitación anual es más elevada que en el territorio. La humedad edáfica compensa el hecho de que la precipitación media anual sea menor que la requerida por especies como *Quercus suber*, *Ruscus aculeatus*, *Arbutus unedo*, *Pyrus bourgeana*, *Pteridium aquilinum* y *Myrtus communis* (Rivas-Martínez & al., 1980).

Los inventarios de alcornocal realizados por Rivas-Martínez & al. (1980) en Doñana se localizan en las fincas de Coto del Rey, arroyo de la Rocina y en el Acebrón. En el área de estudio, de la que están excluidas estas localidades, no se ha registrado esta comunidad. Como ya indicaron estos autores, el alcornocal ha sido uno de los bosques más castigados de Doñana, no sólo por las actividades de origen antrópico (carboneo, aclareo de bosques para fines ganaderos, fuego y sobreexplotación de los acuíferos) sino por las de origen animal, debido a la alta presión de herbivoría. Los alcornocales estuvieron bien conservados durante la época en que Doñana fue utilizada como cazadero real.

Cuando en el año 1636 comenzó el uso ganadero del territorio comenzó de manera simultánea la destrucción del alcornocal por talas, fuegos, sobrepastoreo, degradación de los suelos y repoblaciones con pinos y eucaliptos (Granados & al., 1987). Esta presión antrópica sobre el alcornocal duró hasta que se declarara Reserva Biológica y Parque

Nacional en los años 1964 y 1969 respectivamente. El resultado de esta intensa perturbación ha dado lugar a que en la zona del manto eólico haya desaparecido el alcornoque. Existen alcornoques dispersos, ligados a zonas donde el nivel freático está cercano a superficie, como las orlas de lagunas.

Se aportan dos inventarios como ejemplo de etapas de matorral predecesoras al alcornoque.

Rubus ulmifolius 5, *Pteridium aquilinum* +, *Lonicera periclymenun* subsp. *hispanica* 2, *Ulex minor* 2, *Smilax aspera* 1, *Salix atrocinerea* 1, *Erica scoparia* 5, *Rubia peregrina* 1, *Myrtus communis* 2, *Phillyrea angustifolia* +, *Quercus suber* 1, *Osmunda regalis* +, *Molinia caerulea* subsp. *arundinacea* +, *Carex distans* +, *Saccharum ravaennae* 1, *Myosotis debilis* +. (Inventario nº1317: RDB. Laguna Dulce. 29SQA2396. 17-V-2006).

Rubus ulmifolius 4, *Pteridium aquilinum* 1, *Lonicera periclymenum* subsp. *hispanica* 3, *Ulex minor* 1, *Salix atrocinerea* 1, *Erica scoparia* 4, *Myrtus communis* 1, *Phillyrea angustifolia* 3, *Quercus suber* +. (Inventario nº714: Parque Nacional, La Algaída. 2-XII-2006).

Se trata de matorrales densos, sobre sitios muy húmedos con suelos profundos, donde abundan las especies características del monte negro, comunidad considerada en el territorio como etapa de degradación del alcornoque. No se presentan especies como *Olea europaea*, *Pyrus bourgeana*, *Arbutus unedo* y *Ruscus aculeatus* características según Rivas-Martínez & al. (1980) del alcornoque de Doñana, pero sí son abundantes las especies características de la subasociación *Oleo sylvestris-Quercetum suberis pteridetosum* que describieron estos autores en el territorio con *Rubus ulmifolius* y *Pteridium aquilinum*. En la Tabla 51 se presentan algunos los helechales de *Pteridium aquilinum* presentes, según Muñoz-Reinoso & García-Novo (2005), en zonas de descargas regionales del acuífero. En estas zonas que mantienen una humedad elevada y constante a lo largo del año, son los lugares donde el alcornoque podría prosperar. La zona de la vera conocida como la Pajarera podría ser un buen ejemplo de los lugares potenciales para que se desarrollara la variante rica en *Pteridium aquilinum* que describen Rivas-Martínez & al. (1980). Como se observa en la Tabla 51 estas comunidades son ricas en elementos como *Rubus ulmifolius*, y en menor medida de *Arbutus unedo* y *Quercus suber*, todas ellas especies típicas de las comunidades predecesoras del alcornoque en las zonas arenosas de Doñana.

El alcornoque en el manto eólico de Doñana, es pues inexistente como tal y de difícil recuperación. Según Granados & al. (1986) el fuego ha sido un factor importante en la degradación del alcornoque. Estos autores indican que el alcornoque a pesar de ser una especie pirófito, el régimen de fuegos que puede soportar es inferior al acaecido en Doñana en los últimos siglos.

El fuego ha actuado como factor de desorganización de la vegetación, y ha contribuido a la progresiva mineralización de la materia orgánica y posterior lavado de nutrientes por percolación, dando lugar a un factor limitante de falta de nutrientes. Como consecuencia, en las arenas estabilizadas dominan las comunidades de matorral pirófito, monte negro y monte blanco, adaptados a regímenes de fuegos mayores y que soportan bien los suelos oligotrofos y esqueletizados tras la perturbación por fuego. Este factor unido a la fuerte presión de herbivoría, que elimina las plántulas y dificulta las posibilidades de

establecimiento de nuevos árboles por exceso de depredación de sus semillas; y a la reducción de la humedad edáfica, ha provocado una fuerte regresión tanto de las comunidades de matorral noble (madroñales y lentiscales) como del bosque de alcornoques y acebuches en el territorio, que se presentan hoy en día a modo de islas.

28b. *Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni*

Comunidades del termo al supramediterráneo inferior, con ombroclima semiárido a húmedo, constituidas por matorral permanente, matorral preforestal, maquis serial o comunidades de pequeños arbustos, que pueden representar la vegetación climácica en condiciones semiáridas, pero que en ombroclimas de seco a húmedo. Sólo constituyen comunidades permanentes en biotopos con suelos poco desarrollados o de ambiente xérico. Así como formaciones de matorral serial y preforestal en territorios de bosque potenciales de *Quercetalia ilicis*.

28.2. *Asparago albi-Rhamnion oleoidis*

Comunidades de matorral permanentes, preforestal o maquis de distribución en el termomediterráneo superior, euoceánicas de semiáridas a subhúmedas. Presentes en las regiones Lusitano-Andaluza Litoral, Luso-Extremadurensis, Bética, Murciano-Almeriense, Setabense, Valenciano-Tarraconense y también desarrolladas en territorio Tingitano-Magrebí. Caracterizadas por *Asparagus aphyllus*, *Rhamnus fontqueri*, *Rhamnus oleoides*, *Rhamnus velutinus* subsp. *almeriense* y *Salsola webbi*.

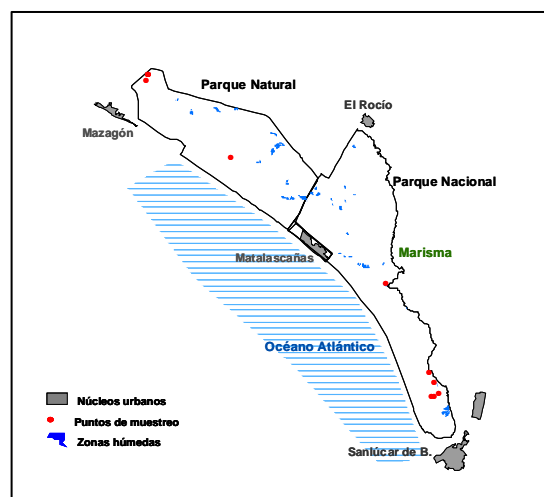
28.2.1. *Asparago albi-Rhamnetum oleoidis* Rivas-Goday in Rivas-Goday, Borja, Esteve, Galiano, Rigual & Rivas-Martínez 1960

Fisionomía y estructura: Comunidad de matorral denso dominada por microfanerófitos, acompañados por nanofanerófitos y algunas lianas. Presenta una alta cobertura oscilando los valores entre el 90% y el 100%.

Distribución mundial: Suroccidental Ibérica.

Ecología y distribución en el área de estudio

(Mapa 58): Los matorrales de esta asociación, corresponden a coscojares o lentiscales termomediterráneos seco-subhúmedos, siempre sustituyentes de carrascales o alcornoques termófilos (Rivas-Martínez & al. 1990). Según Rivas-Martínez & al. (1980), en Doñana se presentan con frecuencia en suelos con mayor contenido en limos y arcillas, o en su defecto, sobre suelos frescos con pseudogley en profundidad. Los inventarios que aportan estos autores de Doñana corresponden sobre todo a la finca de Coto del Rey (excluida de la zona de estudio).



Mapa 58. Distribución de las comunidades muestreadas de *Asparago albi-Rhamnetum oleoidis*.

En el presente trabajo se han registrado en Marismillas y en la parte norte del Parque Natural, ambas localidades con suelos que presentan una mayor proporción de limos y arcillas, lo que les confiere una mayor capacidad en la retención de agua. Fuera de estos dos sitios indicados, estas comunidades no son frecuentes en el área de estudio, dando paso a los sabinares en las zonas más xéricas de arenas sueltas.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=21,92$ ($\max=42$ y $\min=9$) y su diversidad media es de $H'=4,15$ ($\max=5,23$ y $\min=2,64$) (Tabla 52). Las especies que caracterizan a estos matorrales en Doñana son *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis* y *Chamaerops humilis*. Existen diferencias en el cortejo florístico entre los lentiscares inventariados en el Parque Nacional en la finca de Marismillas (Tabla 52 inventarios 8, 9, 10, 11 y 12), y los inventariados en el Parque Natural (Tabla 52 inventarios 1, 2, 3, 4, 5 y 7). En los primeros existe una alta presencia de *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* y de *Pinus pinea*. La sabina es abundante ya que estos matorrales se encuentran en contacto con los sabinares umbrófilos de la subasociación *Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae galiotosum minutuli*. En la zona de Marismillas se realizaron las primeras repoblaciones de pino de Doñana en el siglo XVIII, presentándose individuos de gran porte que favorecen las condiciones de umbría que necesitan estos matorrales para su desarrollo. La presencia de elementos lianoides como *Smilax aspera* y *Aristolochia baetica* es mayor en los lentiscares de Marismillas, indicativo de que éstos son unos matorrales más umbrófilos, mejor conservados y más húmedos.

En los presentes en el Parque Natural, el cortejo está enriquecido con elementos más heliófilos de matorral serial, como *Cistus ladanifer*, *Cistus crispus*, *Cistus monspeliensis* y *Lavanda stoechas* subsp. *luisieri*, típicas de matorrales seriales e indicativas de una mayor xericidad de estas comunidades respecto a las anteriores.

Sintaxonomía: Comunidad descrita por Rivas-Goday & al. (1960) en Andalucía como etapa degradada en recuperación hacia el clímax, reconociendo dos variantes una calcícola y otra silicícola. Rivas-Martínez & al. (1980) la citan en Doñana como etapa inicial en la degradación del alcornoque. Estos autores describen una nueva subasociación denominada *Asparago albi-Rhamnetum oleoidis myrtetosum*, para poner de relieve la ecología de la comunidad en Doñana, que se desarrolla sobre suelos frescos con pseudogley en profundidad.

Situación en el paisaje: Como ya se ha indicado en el apartado anterior, los lentiscares son una de las etapas previas o la primera comunidad de sustitución del alcornoque en Doñana. Se encuentran en contacto con matorrales seriales de *Cisto-Lavanduletea* como el monte blanco, cuando la profundidad del suelo y la humedad edáfica disminuyen. En Marismillas se encuentran en contacto con los sabinares sobre suelos profundos de la asociación *Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae galiotosum minutuli*, que se desarrollan a medida que aumenta la influencia del viento marino y el suelo pierde profundidad y contenido en partículas finas, siendo en estos ambientes la sabina una especie más competitiva.

Grado de protección: Hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos*. (Real Decreto 1997/1995) código 5330

(Bartolomé & al., 2005). No se ha observado en el mapa de distribución presente en la obra consultada la presencia de estas comunidades en la provincia de Huelva, que se deberían incluir.

28.3. *Juniperion turbinatae*

Comunidades permanentes de matorral, que crecen en costas o dunas arenosas y paleodunas. De distribución termomediterránea de semiárida a subhúmeda inferior, hiperoceánica y euoceánica. Presentes en el Mediterráneo occidental y en el Zagreb.

Rivas-Martínez & al. (1980) indican para Doñana dos comunidades dominadas por especies de *Juniperus*: *Rhamno oleoidis-Juniperetum lyciae* y *Rhamno oleoidis-Juniperetum macrocarpae*, incluyendo ésta última los sabinares mixtos con enebros, identificados como tales en el presente estudio. Estos autores utilizan el binomio *Rhamno-Juniperetum lyciae* para incluir los sabinares densos de Marismillas con herbazal nitrófilo y los sabinares abiertos presentes, sobre todo en la zona de las Naves, que contienen *Osyris* y un cortejo de especies típicas del matorral serial de monte blanco.

Rivas-Martínez (1975) define la asociación *Rhamno oleoidis-Juniperetum lyciae*, con inventarios de diferentes lugares, incluido el Coto de Doñana, con la presencia de *Osyris quadripartita*. El sintipo es de Tarifa y en él no aparecen elementos basófilos. La da como sinónima de una comunidad definida anteriormente como *Rhamno-Juniperetum macrocarpae coremetosum*, a partir de un inventario de Huelva, con un sabinar abierto con *Osyris* y *Cladonia*.

En esta misma publicación describe *Asparago albi-Rhamnetum oleoidis juniperetosum lyciae* indicando: “En las costas calcáreas abruptas, cara al mar, y en ocasiones formando una cintura entre el *Rhamno-Juniperetum lyciae* y el *Asparago-Rhamnetum oleoidis* típico o el *Melico-Cocciferetum* de Portugal, hemos distinguido desde Málaga a Lisboa una subasociación especial *Asparago-Rhamnetum oleoidis juniperetosum lyciae* que en alguna ocasión representa la vegetación permanente de solanas. Se diferencia fácilmente del *Rhamno-Juniperetum lyciae* por la presencia de *Asparagus albus* y *Quercus coccifera*”, por lo que queda claro que se trata de sabinares basófilos. En Rivas-Martínez & al. (1990) *Rhamno oleoidis-Juniperetum lyciae*, que nunca se indicó como basófila, se divide en *Quercus cocciferae-Juniperetum turbinatae* y *Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae*, incluyendo en la primera *Asparago albi-Rhamnetum oleoidis juniperetosum lyciae*. Rivas-Martínez & al. (1990) describe las asociaciones *Quercus cocciferae-Juniperetum turbinatae* y *Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae*, ambas consideradas como sinónimas de *Rhamno oleoidis-juniperetum lyciae* (Rivas-Martínez & al., 2002), lo cual puede considerarse como una división de los sabinares litorales en dos tipos de comunidades, la primera sobre sustratos calcáreos y endémica de Portugal, en la que aparecen un gran número de elementos propios de la alianza *Asparago albi-Rhamnetum oleoidis*; y la segunda propia de dunas y paleodunas litorales con un manto arbustivo próximo a las comunidades de camarinas.

En los inventarios del presente estudio se han registrado dos comunidades de sabinares que presentan importantes diferencias en su composición florística y en su fisionomía. Un grupo lo forman sabinares abiertos localizados en las zonas donde el nivel freático está

lejano a la superficie y los suelos son arenosos, sueltos y de carácter xérico. El otro grupo lo integran sabinares densos sobre suelos más pesados y profundos. A la comunidad *Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae* se asignan los inventarios de sabinares abiertos con elementos de monte blanco y gran abundancia de especies de líquenes tomados, en su mayoría, en la zona de la contraduna del Asperillo y las Naves.

Quedan por asignar los sabinares densos de la zona de Marismillas, éstos se diferencian de los anteriores por la escasez de elementos arbustivos heliófilos, la abundancia de elementos lianoides y por estar tapizados por comunidades herbáceas de la clase *Cardamino hirsutae-Geranietea purpurei*, que sólo aparecen en los sabinares antes mencionados bajo los ejemplares más desarrollados o en agrupaciones puntuales. Además se distancian de la asociación *Quercu cocciferae-Juniperetum turbinatae* por la ausencia de elementos calcícolas y por el importante papel que juegan los matorrales nobles como lentiscos, acebuches, coscojas y espinos moriscos, aparte del hecho de su reconocida endemidad lusitana.

Neto (2002) localiza sabinares densos similares a los de Marismillas en el distrito Sadense y los incluye en la comunidad *Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae*, atribuyéndoles características como mayor altura, mayor cobertura, mayor diversidad florística, mayor diversidad de tipos biológicos, mayor cantidad de nutrientes en el suelo y una granulometría con mayor riqueza en materiales finos que aumentan la capacidad de retención de agua y nutrientes, comparado con el resto de comunidades litorales que él analiza.

A pesar de considerar que ambos tipos de sabinares pueden estar relacionados en función de los cambios de humedad edáfica y de textura y estructura del suelo, las diferencias estructurales y florísticas que ambos presentan, refutadas por su separación mediante el análisis estadístico, recomiendan su separación sintaxonómica al menos al nivel de subasociación.

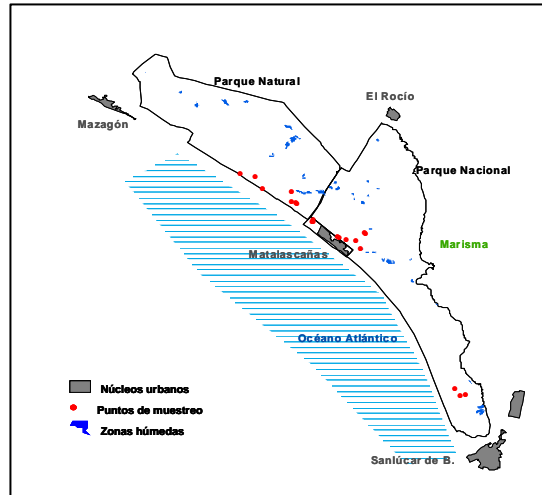
La comparación de los dos tipos de sabinares observados en este estudio con el sintipo de la asociación *Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae* muestra que ésta es similar a los sabinares abiertos, correspondiéndole la subasociación típica, pasando a denominar los sabinares densos de Marismillas como *Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae galietosum minutuli*.

28.3.1. *Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae* Rivas-Martínez ex Rivas-Martínez, Lousã, T.E. Díaz, Fernández-González & J.C. Costa 1990

Fisionomía y estructura: El sabinar es una comunidad de matorral formada por microfanerófitos y nanofanerófitos entre los que domina la sabina (*Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*). Es una comunidad densa donde la cobertura total varía del 70% al 100%. Hay que destacar la presencia de un estrato líquénico de gran cobertura en muchos de los inventarios realizados. El estrato herbáceo dominado por terófitos psamófilos se instala entre los huecos que dejan las sabinas.

Distribución mundial: Sintaxón endémico de la subprovincia Gaditano-Algarviense.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 59): Esta comunidad se encuentra en las antiguas crestas dunares alejadas de la influencia del viento marino y ya estabilizadas por la vegetación, donde la profundidad del nivel freático está a más de dos metros de profundidad (Rivas-Martínez & al., 1980). En el área de estudio se han registrado en la Reserva Biológica en la zona de las Naves, creciendo en las cotas más altas correspondientes a las antiguas crestas dunares ya atenuadas por la fijación de las arenas. Se han registrado también sabinares en el Asperillo detrás del acantilado, donde las arenas ya estabilizadas, no sufren el embate del viento procedente del océano, y en el Parque Nacional en la zona de Marismillas tras los frentes dunares activos.



Mapa 59. Distribución de las comunidades muestreadas de *Osyris quadripartitae-Juniperetum turbinatae*.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=27,5$ (max=53 y min=8) y su diversidad media es de $H'=4,4$ (max=5,58 y min=2,83) (Tabla 53). Los sabinares se caracterizan por la alta presencia de *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*, y aunque menos frecuente por la presencia de *Osyris quadripartita*. El resto de especies arbustivas que aparecen son de carácter xerófito, comunes con los matorrales seriales que les preceden como, *Halimium halimifolium*, *Rosmarinus officinalis*, *Halimium halimifolium*, *Lavandula luisieri* subsp. *sampaioana* y *Cistus libanotis*. Este hecho diferencia los inventarios de Rivas-Martínez & al. (1980) mucho más ricos en especies características de *Asparago-Rhamnetum* con los que se aportan en este trabajo. Las herbáceas son, en su mayoría, terófitos psamófilos característicos de la clase *Helianthemetea guttati*, destacan por su abundancia *Xolantha guttata*, *Erodium aethiopicum*, *Asterolinon linum-stellatum* y *Evax pygmaea*. Aunque sin valores de cobertura elevados, la presencia del pteridófito *Ophioglossum lusitanicum* está íntimamente ligada en el territorio a estos pastizales anuales que se desarrollan entre las sabinas.

Existe una diferencia acusada entre los inventarios realizados durante el año 2005 y los realizados en el año 2006, respecto a la cobertura y diversidad del estrato herbáceo. Esta diferencia, radica en la dependencia de los terófitos del régimen de lluvias anual, especialmente en las comunidades más xéricas sobre suelos arenosos, donde estos terófitos dependen exclusivamente de las lluvias para su desarrollo. En años secos, como el 2005, la presencia y diversidad de herbáceas es muy baja, frente a la registrada en los inventarios realizados durante el año siguiente, que fue abundante en precipitaciones.

La presencia de líquenes, a veces formando un denso tapiz que cubre gran parte del suelo, donde dominan *Cladonia mediterranea* y *Cladonia foliacea*, es reflejo de la madurez alcanzada y el buen estado de conservación de la comunidad.

Existen cuatro inventarios (Tabla 53: inventarios 1, 2, 3, y 4) en los que la cobertura de sabina es muy baja, y sin embargo, el análisis los ha llevado a este grupo, se trata de montes blancos enriquecidos con *Rosmarinus officinalis* y *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*. Estos inventarios con composición florística muy similar a los de monte blanco, pero con diferentes valores de cobertura para las especies dominantes, deben considerarse transaccionales entre los sabinares y los matorrales seriales que les preceden.

Sintaxonomía: Comunidad descrita por Rivas-Martínez (1965) bajo el nombre de *Rhamno-Juniperetum macrocarpae*, como comunidad permanente de la dunas fijas y situándola entre las comunidades propias de *Loto-Ammophiletum* y las de *Oleo-Quercetum*. Los inventarios realizados pertenecen a Almería y Huelva, describiendo la subasociación *corematosum* para Huelva, para diferenciarla así de la presente en Almería sobre arenas calcáreas. Más tarde el mismo autor (Rivas-Martínez, 1975) le asigna un nuevo nombre al syntaxón *Rhamno-Juniperetum lyciae* y en Rivas-Martínez & al. (1990) la comunidad pasa a denominarse *Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae*.

Situación en el paisaje: El sabinar es una comunidad paraclímax o permanente del sistema de dunas estabilizadas. Dada la xericidad y la profundidad del nivel freático no se pueden desarrollar en estos lugares la comunidad clímax del alcornocal propia de la zona, luego la comunidad más compleja a la que se puede evolucionar es precisamente a estos sabinares. La sombra de las sabinas y la materia orgánica que se acumula bajo las mismas, crea un microclima que favorece el establecimiento de especies umbrófilas y subnitrófilas que caracterizan a la comunidades de *Geranio purpurei-Galietum minutuli*, cuya composición florística es completamente distinta al herbazal que se desarrolla entre las sabinas perteneciente a la clase *Helianthemetea guttati*, dominado por terófitos psamófilos no nitrófilos.

Costa & al. (2000) y Neto (2002) citan esta comunidad en el litoral portugués, concretamente, en el territorio Divisorio portugués y en el distrito Sadense, respectivamente. En estos trabajos los autores reconocen como manto arbustivo de los sabinares costeros el matorral de camarinas *Rubio longifoliae-Coremation albi*. En el presente estudio no se ha registrado esta comunidad, siendo, los matorrales que preceden al sabinar en la zona las comunidades de *Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis*, con los que comparte muchos elementos del cortejo florístico tanto herbáceo como de matorral, y los de *Stauracantho genistoidis-Corematetum albi*, que tras la estabilización del suelo se enriquecen con elementos del monte blanco, dando paso al sabinar.

Grado de protección: Hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Dunas litorales con Juniperus ssp.* (Real Decreto 1997/1995) código 2250 (Bartolomé & al., 2005).

28.3.2. *Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae galietosum minutuli subass. nova*

Fisionomía y estructura: Matorrales altos, densos dominados por el microfanerófito *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*. Se diferencian de la asociación típica por su mayor densidad y cobertura arbustiva. El estrato herbáceo es escaso y aparece sobre todo bajo las sabinas de gran talla. La cobertura arbórea es mayor en estos sabinares, permitiendo la entrada de especies con carácter más esciófilo.

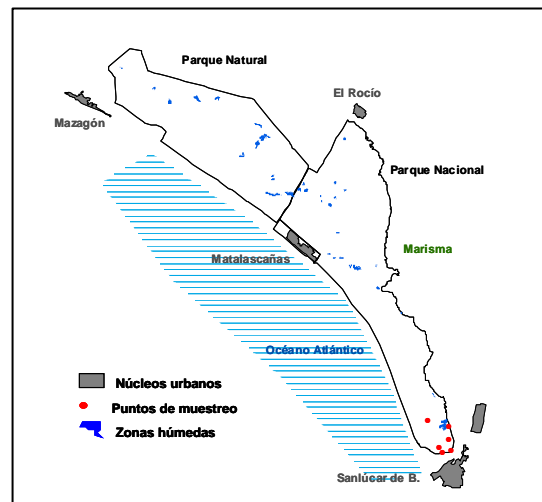
Distribución mundial: Litoral onubense.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 60): Como se ha comentado en la descripción de la asociación típica los sabinares se presentan en las dunas estabilizadas con baja influencia de la maresía. La subasociación *galietosum minutuli* se diferencia de la típica, en que forma bosques más densos, sobre suelos más profundos y, al existir un dosel arbolado de gran cobertura, son comunidades menos heliófilas. En la zona de estudio se han localizado en la zona de Marismillas.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=21,27$ (max=29 y min=12) y su diversidad media es de $H^{\circ}=4,14$ (max=4,69 y min=3,35) (Tabla 54). Las diferencias florísticas con los sabinares típicos son: la abundancia en elementos lianoides como *Smilax aspera* y *Aristolochia baetica*, la ausencia de especies de matorral heliófitas típicas del monte blanco, y la menor frecuencia de *Osyris quadripartita*. Respecto al estrato herbáceo, en este caso, está dominado por especies pertenecientes a la asociación *Geranio purpurei-Galietum minutuli* que requieren una mayor humedad, sombra y un mayor contenido en materia orgánica, entre las más frecuentes se encuentran *Myosotis ramossissima*, *Galium minutulum*, *Cardamine hirsuta* y *Geranium purpureum*, estando ausentes o en menor proporción, los pastizales de *Helianthemetea guttati* que acompañan a la asociación típica.

Situación en el paisaje: Los sabinares se presentan como la etapa madura del ecosistema dunar. Al contrario que los descritos en la asociación típica, estos contactan con el matorral noble perteneciente a *Asparago-Rhamnetum oleoidis*, que en la zona de Marismillas está enriquecido con sabinas. A medida que nos movemos hacia el interior, la influencia de la maresía es menor, los suelos son más estables y profundos y la humedad edáfica o la capacidad del suelo de retener humedad es mayor, todo esto hace que las sabinas sean menos competitivas y se de paso a los lentiscales, ricos en elementos lianoides.

Sintaxonomía: Rivas-Martínez & al. (1980) describen la comunidad de herbácea *Geranio purpurei-Galietum minutuli* como pastos escionitrófilos a la sombra de sabinas y enebros, sin embargo, en la tabla de inventarios de la asociación presentada por estos autores, las sabinas no presentan una cobertura mayor del 1%. En el presente estudio estos pastizales se han inventariado ligados a la existencia de sabinares maduros, luego se considera que forman parte de los mismos y no se pueden separar del estrato arbustivo que los alberga. Como se expuso en la descripción de las comunidades de *Geranio purpurei-Galietum minutuli*, sólo se han incluido en la tabla de dicha comunidad, los pastizales que se han muestreado bajo sabinas aisladas de la asociación típica.



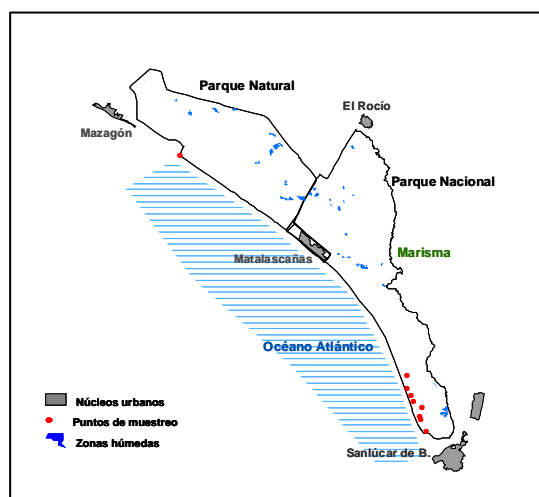
Mapa 60. Distribución de las comunidades muestreadas de *Osyris quadripartitae-Juniperetum turbinatae galietosum minutuli*.

Grado de protección: Hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Dunas litorales con Juniperus ssp.* (Real Decreto 1997/1995) código 2250 (Bartolomé & al., 2005).

28.3.3. *Rhamno oleoidis-Juniperetum macrocarpae* Rivas-Martínez 1965

Fisionomía y estructura: Comunidad de matorral dominada por microfanerófitos, presenta una cobertura que varía del 70% al 100%. Salvo en uno de los inventarios donde los individuos de sabina y enebro son muy jóvenes, el estrato herbáceo está prácticamente ausente. Se trata de comunidades abiertas, donde enebros y sabinas forman bosquetes con huecos de suelo desnudo entre individuos de gran porte.

Distribución mundial: Sector Gaditano-Onubense Litoral.



Mapa 61. Distribución de las comunidades muestreadas de *Rhamno oleoidis-Juniperetum macrocarpae*.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 61): Los bosques mixtos de sabinas y enebros se desarrollan sobre las dunas fijas con fuerte influencia de la maresía. Forman una banda discontinua exterior al sistema de dunas móviles de Doñana. En el área de estudio estos bosquetes no son frecuentes, se han registrado sobre todo en el Parque Nacional, a partir de la Torre del Zalabar hacia el Inglesillo, y tan sólo un inventario de carácter residual en el Asperillo, a la altura de la Torre del Loro.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=13$ ($\max=23$ y $\min=9$) y su diversidad media es de $H'=3,41$ ($\max=4,3$ y $\min=2,9$) (Tabla 55). Las especies características de estos bosques son *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* y *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa*. El cortejo florístico es pobre, dadas las condiciones extremas donde se desarrollan estas comunidades, apareciendo de manera puntual algunas especies de matorral como *Pistacia lentiscus*, *Daphne gnidium* y *Cistus salviifolius*. La presencia de pino en algunos de los inventarios denota la capacidad de este árbol para invadir estas comunidades, y llegar a ser dominante en las mismas.

El estrato herbáceo es escaso en los enebrales más viejos y en los que abunda el pino, mientras que en aquellos que son más jóvenes y presentan una humedad edáfica mayor, se desarrollan unos pastizales de gran cobertura dominados por *Medicago littoralis* y *Bromus diandrus*.

Sintaxonomía: Comunidad descrita por Rivas-Martínez (1975) en Doñana como *Rhamno-Juniperetum macrocarpae corematosum album* diferenciándola así de los enebrales presente en Almería sobre arenas calcáreas, a los que les correspondería la subasociación *lycietosum intricatae*. Se considera sinónima de la comunidad descrita por Rivas-Martínez (1975) *Rhamno oleoidis-Juniperetum lyciae juniperetosum macrocarpae*.

En la provincia de Cádiz están presentes éstos enebrales, pero según Muñoz-Reinoso (2003) el cortejo florístico de estos enebrales gaditanos es más rico, y está dominado por especies mesófilas, al contrario que los de Doñana, que son más pobre en especies y donde predominan las especies más xéricas. Las diferencias en la composición florística se deben según García-Novo & Merino (1993) a las diferencias en la fisiografía, litología y en la humedad edáfica, existentes entre el litoral gaditano y el onubense.

Situación en el paisaje: Según Rivas-Martínez & al. (1980) el bosque mixto de sabinas y enebros representa la etapa madura de las dunas fijas externas. Se desarrolla en las dunas ya estabilizadas con fuerte influencia de la maresía, contactando con comunidades de matorral de *Artemisio crithmifoliae*-*Armerietum pungentis*, típicas de las depresiones interdunares y también adaptadas a la influencia del viento cargado de sales.

En la Tabla 55 se han incluido inventarios pertenecientes al corral del Inglesillo, donde el enebro aparece con escasa cobertura, predominando el pastizal. Se han incluido estos inventarios en la tabla correspondiente a los enebrales, por ser este corral una de las pocas zonas donde se presenta un enebral joven, con una alta tasa de regeneración. Las condiciones del corral del Inglesillo son muy singulares en la zona y no se repiten a lo largo del tren de dunas, reflejo de esto es la composición florística del pastizal, muy diferente al resto. Se trata de un corral muy plano y largo, donde parece haber mayor retención de agua. Las razones que explican esto podrían ser dos, que la capa freática esté más cercana a superficie o bien que haya un mayor contenido en arcillas en el suelo que aumente la capacidad de retención del mismo. Las consecuencias en la vegetación son una población de enebros de diferentes edades, y una composición florística y fisionómica muy diferente al resto de los enebrales, que parecen ser comunidades más envejecidas.

En la Tabla 55 se puede observar como en los inventarios 1, 2 y 3 la cobertura del matorral predomina respecto a la herbácea, apareciendo especies como *Pistacia lentiscus*, *Daphne gnidium*, *Cistus salviifolius* y *Rosmarinus officinalis* que acompañan al enebro y la sabina. Estos muestreos pertenecen a enebrales creciendo en antiguas crestas de dunas, invadidos por pinos y donde la regeneración es escasa. Por el contrario los inventarios 4, 6 y 8 realizados en el corral del Inglesillo, como se ha indicado con anterioridad, son enebrales jóvenes con una alta tasa de regeneración donde la sabina no aparece, y presentan mayor cobertura de especies de matorral típicas de las comunidades de *Artemisio crithmifoliae*-*Armerietum pungentis*. El estrato herbáceo está muy desarrollado, dominando *Bromus diandrus* y *Medicago littoralis*. Por último, los inventarios 7 y 9 realizados en el corral del Inglesillo, no presentan enebro ni sabina predominando el estrato herbáceo sobre el arbustivo, se han incluido como posibles comunidades de herbáceas predecesoras de los enebrales.

Se podría deducir, por la composición florística de los inventarios, que existe un gradiente de edad en los enebrales, siendo los más viejos aquellos dominados por matorral e invadidos por el pino, en los que no se ha registrado la presencia de regeneración natural, y los registrados en el Inglesillo, donde sí existe regeneración y parecen ser enebrales de nueva formación.

Estos bosques en Doñana han estado muy perturbados por el hombre, produciéndose talas masivas de enebros que han provocado un movimiento secundario de las dunas. Según

Muñoz-Reinoso (2003) una de las causas del declive de este tipo de bosques en Doñana son las repoblaciones de pino que se realizaron en los corrales a principios del siglo XIX, que ocupan el hábitat disponible para los enebros.

Según este autor las razones por las que el pino compite con el enebro son varias: por un lado el rápido crecimiento del pino le permite en poco tiempo formar un dosel arbóreo que modifica el hábitat disponible para el enebro, dificultando el establecimiento de plántulas y la polinización de los individuos adultos que crecen bajo los pinos. Otro factor importante es la capacidad del pino para modificar la movilidad del sustrato y la influencia de la maresía, al formar masas densas que estabilizan las arenas y reducen la exposición a los vientos cargados de sales. Esto facilita la entrada de especies que no resisten estas condiciones tan extremas y reduce el hábitat idóneo para los enebros. Así pues la senescencia de las poblaciones, la falta de reclutamiento de los individuos, la presión de herbivoría y la ocupación de hábitats favorables por el pino piñonero son los principales factores de amenaza de los enebrales marítimos de Doñana.

Casi siempre se ha considerado en el territorio de estudio el pino como una especie alóctona, presente en Doñana por acción del hombre. Sin embargo y como se verá más adelante, en el presente trabajo se expone la posibilidad de que el pino piñonero, aunque haya sido muy favorecido por el hombre en el territorio, sea originario de la Península Ibérica. Según lo que se ha observado durante este estudio, el pino presenta una dinámica de regeneración natural muy alta en el tren de dunas móviles, siendo una especie que presenta una gran adaptación a estos sistemas tan dinámicos. En este caso el pino es una especie que compite desde hace décadas con el enebro, y no debería de ser un problema de conservación para el mismo la presencia de pino en el tren de dunas, lugar al que el enebro y el pino presentan distintas adaptaciones para poder sobrevivir en este medio tan cambiante.

Grado de protección: Hábitat de interés comunitario englobado en la denominación: *Dunas litorales con Juniperus ssp.* (Real Decreto 1997/1995) código 2250 (Bartolomé & al., 2005).

28.4. *Ericion arboreae*

Matorral preforestal y maquis serial, sobre suelos silíceos pobres o sobre suelos ricos, pero con pérdida de carbonatos libres en el horizonte B. De distribución termomediterránea superior a supramediterránea, y mesotemplado submediterráneo subhúmedo-húmedo, del mediterráneo occidental y zonas aledañas templadas submediterráneas.

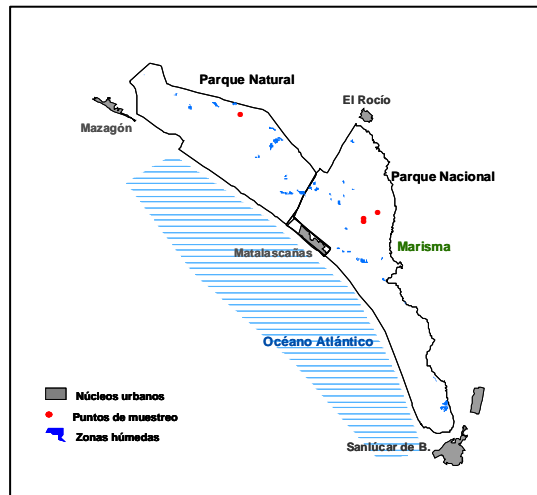
28.4a. *Ericenion arboreae*

Subalianza única.

28.4.1. *Phillyreo angustifoliae*-*Arbutetum unedonis* Rivas-Goday & Galiano in Rivas-Goday, Borja, Esteve, Galiano, Rigual & Rivas-Martínez 1960

Fisionomía y estructura: Comunidad de matorral dominada por microfanerófitos y acompañados por algunos nanofanerófitos. Son bosquetes densos, con una cobertura del 100%. Al ser tan denso el estrato arbustivo, el herbáceo es bastante reducido salvo en el caso de *Pteridium aquilinum* que soporta muy bien las condiciones umbrófilas y su condición de geófito le permite desarrollarse bien en estas circunstancias.

Distribución mundial: Mediterráneo occidental.



Mapa 62. Distribución de las comunidades muestreadas de *Phillyreo angustifoliae*-*Arbutetum unedonis*.

Ecología y distribución en el área de estudio (Mapa 62): Los madroñales son comunidades que se desarrollan sobre suelos silíceos o descarbonatados y en climas con influencia oceánica (Torres & al., 2002). El madroño es una especie que presenta preferencia por climas húmedos o subhúmedos, sin embargo se puede presentar en zonas más áridas, gracias a los aportes de agua del subsuelo. En Doñana los madroñales son una comunidad con carácter relictivo, desarrollándose en lugares donde el nivel freático está cercano a superficie. En general, en la zona de estudio se encuentran relegados a la orla de lagunas. La sobreexplotación del freático es uno de los mayores problemas de estas comunidades, que dependen de las aportaciones constantes de aguas subterráneas para su desarrollo y mantenimiento.

Composición florística: La riqueza media de esta comunidad es de $S=12,5$ (max=17 y min=9) y su diversidad media es de $H'=3,41$ (max=3,92 y min=3,01) (Tabla 56). *Arbutus unedo* es un taxón de los denominados paleo-mediterráneos de la Península Ibérica, muy desarrollados durante el Terciario, cuando imperaba un clima subtropical y el tipo de vegetación dominante era la laurisilva. Tras las glaciaciones y los cambios de clima, se produjo un enfriamiento general que desplazó este tipo de flora hacia lugares más cálidos.

El cortejo que acompaña al madroñal lo conforman especies de matorral comunes con las comunidades de *Asparago-Rhamnetum* como *Phillyrea angustifolia*, *Myrtus communis* y *Pistacia lentiscus*. El estrato herbáceo está dominado por el helecho *Pteridium aquilinum* característico de lugares con aportes de agua subterránea constantes según Muñoz-Reinoso (1996).

Sintaxonomía: La comunidad fue descrita por Rivas-Goday & Galiano in Rivas-Goday & al. (1960) en Sierra Morena, como el maquis que sustituye a los bosques de *Quercus* climácicos. Los madroñales que describen estos autores presentan una riqueza específica mayor que los registrados en este estudio. Como ya se ha indicado, los madroñales son en la zona de estudio una comunidad relictiva y en clara regresión, hecho que también se ve reflejado en un empobrecimiento florístico de la comunidad.

Situación en el paisaje: Los madroñales son las comunidades de maquis junto con el matorral noble que proliferan en la zona de estudio. Son etapas previas a los bosques clímax, en este caso al alcornocal termófilo con acebuches (*Oleo-Quercetum suberis*). Rivas-Martínez & al. (1980), aunque no incluyen esta comunidad en el catálogo sintaxonómico de Doñana, sí la citan como etapa de degradación de las fresnedas y del alcornocal.

Valle (2004) citan dos subasociaciones de estos madroñales, *Phillyreo angustifoliae-Arbutetum unedonis pistacietosum lentisci* y *Phillyreo angustifoliae-Arbutetum unedonis viburnetosum tini*, como matorral preforestal en la serie termomediterránea silicícola del alcornoque *Myrto communis-Quercetum suberis*. Estos autores no reconocen los madroñales como parte de las etapas de degradación del alcornocal termófilo sabulícola de Doñana *Oleo sylvestris-Quercetum suberis*.

Grado de protección: No se contempla la protección de esta comunidad en la Directiva Hábitat (Real Decreto 1997/1995).

3.2.- RESULTADOS DEL ANÁLISIS NUMÉRICO

3.2.1.- Métodos partitivos

En este apartado se presentan los resultados generados tras el análisis matemático de los datos. Como se expuso en el apartado de materiales y métodos el tipo elegido ha sido un análisis de clustering partitivo tipo K-means y en las segundas particiones realizadas a veces se utilizó un análisis tipo Fuzzy C-mean. La elección de un método u otro se ha basado en la presencia o no de gradientes a la hora de separar grupos. En la primera partición, dado que se partía de un total de 729 inventarios de diferente naturaleza, se aplicó un K-mean para que las pertenencias a los grupos de los inventarios fueran rígidas, y poder obtener una clasificación inicial que permitiera análisis posteriores. De los 23 grupos generados en este primer análisis 12 fueron grupos bien definidos, que no se han vuelto a analizar. Los 11 restantes se sometieron a segundos análisis, para los cuales se eligió el tipo Fuzzy C-mean cuando existía una situación de cambio gradual de algún factor (periodo de inundación, salinidad, humedad edáfica..), que da lugar a una variación también gradual de la abundancia de las especies a lo largo del gradiente, enmascarando, a veces, la existencia de dos o más comunidades en algunos de los grupos iniciales. Este tipo de análisis es más flexible ya que distribuye a los inventarios en los diferentes grupos según grados de pertenencia, poniendo de relieve las situaciones de transición entre una comunidad y las restantes.

En la Tabla 57 se presentan los resultados generados del primer análisis, donde se incluyen datos sobre el número de inventarios por grupo, la suma de los errores al cuadrado (ESS), la máxima distancia al cluster, entiendo ésta como la distancia más larga de un objeto incluido en el grupo al centro de masa o de gravedad del grupo; y el vecino más cercano o grupo más cercano.

En los casos, en los que se han realizado segundas particiones con el método K-mean, para la elección del número de grupos, así como la estrategia de inicialización, se han seguido las mismas directrices que para el primer análisis.

A continuación se realiza un estudio más detallado de cada uno de los grupos separados en los diferentes análisis:

Grupo 1: Grupo que incluye comunidades anfibias de lagunas de agua dulce, se reconocieron tres comunidades: *Eryngio corniculati-Preslietum cervinae*, *Peplido hispidulae-Isoetetum delilei* y *Junco pygmaei-Isoetetum velati*. El periodo de inundación es el que determina la existencia de una u otra comunidad, existiendo un gradiente en este sentido, que genera dificultad a la hora de separar las comunidades mediante análisis matemáticos, ya que comparten muchas especies y las variaciones florísticas y de abundancia son progresivas. No se ha sometido al grupo a segundos análisis, las comunidades en este caso se han separado observando los inventarios y comparándolos con la bibliografía consultada, y se han incluido todos en la misma tabla.

La separación de los inventarios en una u otra comunidad, se ha basado en la presencia de las especies características de cada una de ellas según Rivas-Martínez & al. (2002).

Eryngium corniculatum, *Isoetes setaceum* e *Isoetes velatum*, son las tres especies que se han utilizado para incluir los inventarios en *Eryngio corniculati-Preslietum cervinae*, *Peplido hispidulae-Isoetetum delilei* o *Junco pygmaei-Isoetetum velati*, respectivamente.

Grupo 2: Grupo compacto que incluye el matorral de dunas semifijas (*Stauracantho genistoidis-Corematetum albi*).

Grupo 3: Se sometió a un segundo análisis tipo Fuzzy C-mean. Este análisis separó dos comunidades diferentes: *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae* y *Hainardio cylindrica-Lophocloetum hispidae*. Es un caso de existencia de un gradiente de humedad y salinidad, en el que conviven dos comunidades diferentes, pero con una gradación entre ambas muy suave. Al aplicar el análisis tres de los inventarios presentaron grados de pertenencia muy parecidos a los dos grupos generados, se trata de los inventarios de transición entre las dos comunidades. En estos casos, se tomó la decisión de adscribir estos inventarios al grupo para el que presentaran el valor más alto de pertenencia.

Grupo 4: Grupo compacto, que incluye las comunidades de brezales o monte negro (*Erico scopariae-Ulicetum australis*).

Grupo 5: En este grupo se integran las comunidades leñosas propias de ambientes de ribera, así como comunidades de helechos, también higrófilas. Este grupo se sometió a un segundo análisis tipo Fuzzy C-mean de seis grupos. En este caso, el hecho de que el primer análisis no haya separado las distintas comunidades se debe a dos razones, la primera es la alta presencia de *Rubus ulmifolius* y *Lonicera periclymenum* en todos los inventarios, y la falta de intensidad de muestreo de las comunidades ligadas a riberas, ya que este biotopo en el área de estudio es muy escaso. No obstante, el grupo es compacto en el sentido de que las comunidades agrupadas pertenecen todas a lugares muy húmedos como arroyos, lagunas o zonas con la capa freática cercana a superficie, incluyendo las saucedas, fresnedas, madroñales, zarzales y helechales. El segundo análisis dio como resultado la separación de los inventarios en cuatro asociaciones *Ficario-Fraxinetum angustifoliae*, *Viti viniferae-Salicetum atrocinnereae*, *Phillyreo angustifoliae-Arbutetum unedonis* y *Lonicero hispanicae-Rubetum ulmifolii* y una sin categoría sintaxonómica conocida, los helechales dominados por *Pteridium aquilinum*, que han sido considerados en el presente trabajo como comunidad.

Grupo 6: Grupo sometido a un segundo análisis tipo Fuzzy C-mean, separándolo en dos grupos diferentes. Este es un caso similar al del grupo 3, ya que se trata de comunidades ligadas a turberas que siguen un gradiente de humedad edáfica con una composición florística muy similar, variando la abundancia relativa de algunas especies dependiendo de una mayor o menor humedad. El segundo análisis separó las dos comunidades de manera muy clara (*Erico ciliaris-Ulicetum minoris*, *Hyperico elodis-Molinietum arundinaceae*) presentándose, tan solo dos inventarios intermedios o de transición, cuya inclusión en uno u otro grupo se realizó siguiendo las mismas directrices que en el grupo 3.

Grupo 7: Este grupo recoge muchos de los inventarios realizados en el tren de dunas móviles, que presentan muchos elementos florísticos en común. Tras la observación del grupo se decidió someter a los inventarios a un segundo análisis, tipo Fuzzy C-mean. Tras el segundo análisis se reconocieron tres asociaciones diferentes: *Artemisio crithmifoliae-*

Armerietum pungentis, *Loto cretici-Ammophiletum australis* y *Rhamno oleoidis-Juniperetum macrocarpae*. De nuevo se presentaron tres inventarios intermedios entre dos de los tres grupos definidos, uno de los cuales perteneciente al único retamal existente en el territorio (*Centaureo sphaerocephalae-Retametum monospermae*).

Grupo 8: Grupo compacto, que incluye 29 inventarios de pastizales terofíticos sobre arenas, pertenecientes a la asociación *Linario donyanae-Loeflingietum baeticae*.

Grupo 9: Grupo compacto, donde se incluyen las comunidades de pastizales ligeramente nitrificados y algo húmedos, se han reconocido dos comunidades dentro de este grupo: *Linario viscosae-Carduetum meonanthi* y *Chamaemelo mixti-Vulpietum alopecuroris* que varían según un gradiente de humedad edáfica. No se ha sometido a un segundo análisis al igual que en el grupo 1, las comunidades se han separado en base a las especies características (Rivas-Martínez & al., 2002), siguiendo las mismas pautas que en dicho grupo.

Grupo 10: En este grupo, se incluyen las comunidades dominadas por sabinas, pero que integra inventarios con un cortejo florístico y ecología muy diferentes. Se realizó un segundo análisis tipo Fuzzy C- mean, tras el cual se reconocieron tres comunidades diferentes: dos tipos de sabinares (*Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae* y *Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae galietosum minutuli*) y las comunidades mixtas de enebrales con sabinas (*Rhamno oleoidis-Juniperetum macrocarpae*).

Grupo 11: Grupo compacto, que incluye los pastizales dominados por vivaces de lugares con alta humedad edáfica, pertenecientes a la asociación *Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae*.

Grupo 12: Grupo compacto, que incluye pastizales terofíticos de lugares con alta humedad edáfica pertenecientes a la asociación *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*. Tan sólo uno de los inventarios se reubicó en la tabla de las comunidades de *Holoschoneo-Juncetum acuti* por la alta cobertura de *Scirpoides holoschoneus* que presentaba, especie característica de dicha comunidad. A pesar de esto el cortejo florístico pertenece a los pastizales de *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*.

Grupo 13: Grupo compacto, donde se incluyen los juncales negros de los primeros corrales interdunares de suelos ricos en carbonatos, pertenecientes a la asociación *Centaureo exaratae-Schoenetum nigricantis*.

Grupo 14: Grupo compacto, donde se recogen los inventarios correspondientes a las comunidades de matorral noble de *Asparago albi-Rhamnetum oleoidis*.

Grupo 15: Grupo muy heterogéneo, donde el análisis ha incluido 33 inventarios de pastizales ligados a zonas degradadas o nitrificadas, cuya composición florística no es homogénea y no se repite a lo largo del territorio. Se ha sometido a un segundo análisis, en este caso tipo K-means, ya que son inventarios que no se disponen a lo largo de un gradiente, no existiendo transición entre ellos. Se decidió subdividir en seis grupos el conjunto de inventarios. Los resultados del segundo análisis, tampoco aportaron ningún grupo interpretable a nivel de asociación, desde el punto de vista fitosociológico. Tan sólo

se clasificaron a nivel de clase, alianza u orden según la composición florística (*Stellarietea mediae*, *Thero-Brometalia*, *Sisymbrietalia officinalis* o *Hordeion leporini* comunidad de *Linaria munbyana*). Algunos inventarios se reubicaron en las tablas de otras comunidades por su similitud en la composición florística y en su ecología. Por último se decidió eliminar un total de siete inventarios, ya que el conjunto de especies que representaban no se repite a lo largo del territorio; al ser la similitud con otras muestras tan baja, el análisis es incapaz de incluirlo en ninguno de los grupos compactos. En estos casos el análisis da lugar a grupos heterogéneos donde la similitud de los inventarios que incluyen es muy baja. Tampoco presentaban ninguna especie dominante, siendo también difícil su adscripción sintaxonómica fijándose en las especies características como se ha hecho con otros grupos.

Grupo 16: Grupo compacto donde se incluyen las comunidades de sabinares de *Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae* muestreadas durante el año 2006. Este grupo se unió al grupo 10 donde se incluyen los sabinares, pertenecientes a la misma asociación, muestreados durante el año 2005. En este caso las diferencias en el cortejo florístico anual, debido a la diferencia en las precipitaciones entre los años de muestreo, es lo que ha llevado al análisis a separarlos en dos grupos diferentes.

Grupo 17: Grupo compacto donde se incluyen las comunidades de matorral de monte blanco pertenecientes a la asociación *Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis*.

Grupo 18: Grupo que incluye muestreos realizados en zonas inundables de la marisma dulce y de lagunas temporales. El conjunto de inventarios incluidos en este grupo, se sometió a un segundo análisis, tras observar de nuevo un caso de existencia de un gradiente respecto a dos factores: periodo de inundación y salinidad de las aguas. Se realizó por tanto, un análisis tipo Fuzzy C-mean de dos grupos, del que se extrajeron dos comunidades: *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris* y *Bolboschoenetum maritimi*. Esta segunda partición dio lugar a dos inventarios de transición que se ubicaron en uno u otro grupo siguiendo los mismos criterios que en casos anteriores.

Grupo 19: Grupo muy heterogéneo que incluye 133 inventarios. Parece ser un grupo residual donde el análisis, ha incluido los muestreos que no ha sido capaz de agrupar. Tras la observación de los inventarios, se trata en la mayoría de los casos de comunidades poco muestreadas por su baja frecuencia de aparición, habiendo muchas con tan solo uno, dos o tres inventarios; en otros casos se trata de inventarios pobres en especies o realizados en situaciones intermedias o zonas alteradas. Al ser un grupo tan diverso en cuanto a la naturaleza de los muestreos que incluía, se sometió a un segundo análisis tipo K-mean de 19 grupos. La elección del número de grupos, como en ocasiones anteriores, se realiza teniendo en cuenta el valor del estadístico average mean silhouette.

La segunda partición dio lugar 11 grupos, de los cuales 10 fueron grupos que correspondían a 8 asociaciones diferentes (*Typho angustifoliae-Phragmitetum australis*, *Schoenoplectetum corymbosi*, *Scirpo fluitantis-Juncetum heterophylli*, *Euphorbio paraliae-Agropyretum junceiformis*, *Irido pseudacori-Polygonetum serrulati*, *Heliotropio supini-Heleochoetum schoenoidis*, *Holoschoeno-Juncetum acuti*, *Hyperico elodis-Potametum oblongi*); 3 comunidades, comunidad de *Cistus ladanifer*, comunidad de *Schoenoplectus erectus* y comunidad de *Bulbostylis cioniana*; y una alianzas (*Paspalo-Polypogonion*

viridis). Todas ellas con una intensidad de muestreo muy baja, presentando la que más, seis inventarios. Los otros nueve grupos fueron heterogéneos, de los inventarios que los componían, se reubicaron 18 de ellos en otras comunidades pertenecientes a otros grupos. La reubicación de los inventarios se basó en la similitud en ecología y composición florística. El motivo por el cual el análisis no los incluyó en el grupo al que han sido reubicados, fue en la mayoría de los casos, debido a que la cobertura de las especies características, que utiliza el análisis para agrupar inventarios, en estos muestreos era muy baja o incluso no aparecían. Para decidir donde reubicar los inventarios se observó donde habían sido realizados, con que comunidades contactaban en campo y el conjunto de especies que presentaban.

Uno de los grupos de segundo orden tras este segundo análisis, resultó ser de nuevo muy heterogéneo, incluyendo un total de 57 inventarios. A este grupo se le volvió a someter a otro análisis K-mean de 30 grupos. De los 30 grupos generados en este tercer análisis, a 22 de ellos se les asignó categoría sintaxonómica, 14 a nivel de asociación (*Salsolo kalkiletum aegyptiacae*, *Cladietum marisci*, *Suaedo splendidis-Salicornietum patulae*, *Schoenoplectetum corymbosi*, *Scolymo maculati-Silybetum mariani*, *Polygono equisetiformis-Tamaricetum africanae*, *Agrostio stoloniferae-Tamaricetum canariensis*, *Umbilicetum rupestri-gaditani*, *Poo annuae-Coronopodetum squamati*, *Crassulo tillaeae-Saginetum apetala*, *Myriophyllo alterniflori-Potametum natantis*, *Potametum lucentis*, *Lemno-Azolletum filiculoidis*, *Euphorbietum chamesyco-prostratae*) y a 8 a nivel de orden, clase o alianza (*Adiantion capilli-veneris*, *Chenopodion muralis*, *Potametea*, *Charetea*, *Lemnetea*, *Cisto-lavanduletea*). En la mayoría de los casos los grupos presentaban uno o dos inventarios, siendo cuatro el número máximo de inventarios en este conjunto de grupos.

De los grupos restantes, fueron reubicados en otras comunidades con las que presentaban similitudes florísticas 10 inventarios, y 4 fueron eliminados, de nuevo por representar un conjunto de especies que no se repite en la totalidad de los muestreos, y donde no hay especies dominantes que sirvan de base para la inclusión en alguna categoría sintaxonómica conocida atendiendo a las especies características propuestas por Rivas-Martínez & al. (2002).

Grupo 20: Grupo compacto que incluye la comunidad de *Juncetum rugoso-effusi*.

Grupo 21: En este grupo se incluyen las comunidades de juncales, tanto las dominadas por *Juncus maritimus* como las dominadas por *Juncus acutus*, que presentan una gran similitud en el cortejo florístico, diferenciándose tan solo en la dominancia de una u otra especie de junco. Para poder separar los dos tipos de juncales diferentes se sometió al grupo a un segundo análisis tipo Fuzzy C-mean. El análisis separó los inventarios en las dos comunidades diferentes *Galio palustris-Juncetum maritimi* y *Holoschoeno-Juncetum acuti*. Se eliminaron 4 inventarios dominados por *Cyperus longus*, donde no se presentaba ninguna de las dos especies de *Juncus* y presentaban grados de pertenencia muy parecidos a los dos grupos.

Grupo 22: Grupo compacto que incluye las comunidades de pastizal de *Anagallido tenellae-Juncetum bulbosi*.

Grupo 23: Grupo compacto, pero no interpretable a la hora de asignarle categoría sintaxonómica. El análisis, en este caso, ha aislado este grupo del resto por su alta presencia de *Agrostis stolonifera*, especie característica del orden *Plantaginetalia majoris*. Esta especie coloniza las zonas húmedas cuando el vaso lagunar no se llega a inundar durante mucho tiempo, presentándose a veces tapizando la totalidad del vaso. Se encuentra acompañada en muchas ocasiones por especies características de otras comunidades de vasos lagunares temporales que alcanzan altos valores de cobertura en los inventarios. Con la intención de discernir si había más de una comunidad en este grupo de inventarios, se decidió someter al grupo a un segundo análisis K-mean de 6 grupos. De los seis grupos analizados, a dos de ellos se les asignó categoría sintaxonómica, uno de ellos a nivel de asociación (*Junco emmanuelis-Eleocharitetum multicaulis*) y otro de orden (*Plantaginetalia majoris*: comunidad de *Agrostis stolonifera*). El resto de inventarios fueron reubicados en comunidades descritas ya en otros grupos basándose como en otras ocasiones en las especies características. Dos de ellos fueron eliminados.

RESUMEN

A modo de resumen se puede decir que el primer análisis matemático ha sido capaz de separar 23 grupos que han correspondido con 15 asociaciones diferentes. Con este análisis quedan clasificados 321 inventarios, aproximadamente un 45% del total. Tan sólo se reubicó uno de los 321 inventarios a una comunidad diferente a la que marcaba el análisis. En dos de estos grupos (grupo 1 y 9) no se realizaron segundos análisis, a pesar de que se han reconocido dos asociaciones distintas. En estos casos la diferencia radicaba en la presencia o no de una o dos especies, siendo el resto del cortejo florístico muy similar. Esta separación se realizó de manera arbitraria, basándose en la abundancia de determinadas especies características, siguiendo los criterios propuestos por Rivas-Martínez & al. (2002).

Los análisis de segundo orden dieron lugar a 50 grupos más, donde se clasificaron un total de 259 inventarios, que correspondían con 32 asociaciones, 5 comunidades y 2 sintaxones de orden superior, 72 inventarios fueron reubicados en otros grupos y 20 fueron eliminados. Uno de los grupos resultó ser muy heterogéneo aún, y se sometió a un tercer análisis, luego 57 inventarios quedaban aún por clasificar. Con este segundo análisis quedó clasificado el 80% de los inventarios.

El tercer análisis aplicado al grupo 19, generó 31 grupos más, donde se clasificaron 57 inventarios, de los cuales 16 grupos que integraban un total de 29 inventarios tuvieron correspondencia con algún sintaxón, 23 inventarios pertenecientes a 15 grupos diferentes fueron reubicados en otros grupos y 5 inventarios correspondientes a 5 grupos eliminados.

En total, se han generado un total de 94 grupos de los cuales, 64 se han correspondido con algún sintaxón a nivel de asociación o en algunas ocasiones de orden, alianza o clase. El resto, o se han eliminado, o bien los inventarios que los integran se han reubicado en otros grupos, en base a su similitud florística o ecológica. Los criterios que se han seguido para la reubicación de los inventarios, han sido en base a la presencia de especies características, tomando como obra de referencia las propuestas por Rivas-Martínez & al. (2002). Los inventarios eliminados, presentan un conjunto de especies que no se repite a lo largo del territorio, luego ni el análisis por falta de repetitividad lo ha clasificado, ni se han

encontrado especies características dominantes que ayuden a discernir su posición sintaxonómica. Estos muestreos en la mayoría de las ocasiones corresponden con situaciones ecotónicas, lugares bajo algún tipo de perturbación, o bien se ha elegido mal la fecha de muestreo.

Si esto se traduce a número de inventarios, de los 729 inventarios que integran la matriz original, el análisis ha clasificado de acuerdo con la sintaxonomía fitosociológica 580 del total, mientras que 123 han sido clasificados obviando los resultados del análisis matemático. No se ha podido dar categoría taxonómica a 26 inventarios, que han sido eliminados. Se puede decir que el análisis ha sido capaz de clasificar aproximadamente el 80 % del total de los inventarios. Otros autores (Orloci, 1967) han conseguido eficiencias del 58 % utilizando algoritmos aglomerativos, sin realizar segundos análisis y con un volumen de datos sensiblemente menor que el del presente estudio. Luego la eficiencia del método de clasificación matemático en general ha sido alta, ya que ha sido capaz de clasificar un alto porcentaje del total de inventarios, partiendo de un grupo muy heterogéneo de muestras. Estos resultados concuerdan con los obtenidos mediante el mismo método de análisis por Pérez-Prieto & Font (2005) en la revisión sintaxonómica del orden *Helianthemetalia guttati*. Estos autores indican la validez de los algoritmos aglomerativos tipo K-mean a la hora de clasificar inventarios y relacionarlos con la sintaxonomía fitosociológica.

El término heterogeneidad, es utilizado en el sentido, de que los datos registrados en el presente estudio, pretenden ser el reflejo de la vegetación de un área muy amplia donde actúan muchos factores ambientales, y por tanto el conjunto bruto de especies agrupadas en inventarios que se obtiene es complejo. En el presente trabajo, uno de los objetivos a perseguir a la hora de clasificar los inventarios, ha sido intentar restar el máximo de subjetividad a la clasificación generada. En este sentido la aplicación de este tipo de análisis, difiere de la aplicada por otros autores (De Cáceres, 2005; Pérez-Prieto & Font, 2005) ya que éstos autores parten de un conjunto de inventarios pertenecientes a diferentes niveles sintaxonómicos como alianza (*Xerobromion erecti*) y subalianza (*Quercenion ilicis*), en el caso de De Cáceres (2005), u orden (*Helianthemetalia guttati*), en el caso de Pérez-Prieto & Font (2005). En estos trabajos, se parte de una clasificación previa de los datos, que en cierta manera puede reducir la heterogeneidad del conjunto de partida.

Una de las ventajas de las técnicas de clasificación es el poder reducir las dimensiones del espacio en el que se pretende ordenar o representar las muestras (Gauch & Whittaker, 1981; De Cáceres, 2005), con el objetivo de poder ordenar o clasificarlas en un espacio de pocas dimensiones que, según Gauch & Whittaker (1981), en general está estrechamente relacionado con la posición dichas muestras respecto a los gradientes ambientales que imperan en el territorio. Cuanto mayor es la heterogeneidad del conjunto de datos más complejo es el espacio de representación. En este sentido, para la clasificación de los inventarios de la zona de estudio, han sido necesarios varios análisis, que reduzcan las dimensiones del espacio y permitan la clasificación de muestras con baja repetitividad o representatividad en el conjunto inicial.

Ésto, unido a que según De Cáceres (2005), los métodos aglomerativos funcionan peor con un volumen de datos grande, es lógico que haya sido necesario realizar segundos y terceros

análisis, capaces de detectar estructuras en los datos, al haber reducido el número de datos de partida.

Por tanto, se puede afirmar que los dos factores que han contribuido a la necesidad de realizar varios análisis, han sido la escasez de muestreo y la existencia de gradientes.

La escasez de muestreo se puede citar como la causa principal, de que el análisis no haya detectado los grupos en el primer análisis. La mayoría de los grupos generados tras los sucesivos análisis en el grupo más heterogéneo, el grupo 19, presentan menos de cinco inventarios. Cuando el volumen de datos inicial es grande, los grupos que presentan menor intensidad de muestreo no son detectados. Sin embargo si se insiste con sucesivos análisis, estas estructuras de grupo salen a relucir. Este caso se puede comparar con el estudio realizado por Pérez-Prieto & Font (2005), donde en una primera clasificación K-mean, ordenan los inventarios en alianzas, sin embargo realizan análisis secundarios para la detección de niveles jerárquicos inferiores, como subalianzas. En el caso de estudio, el objetivo es llegar a nivel de asociación con los datos, luego se ha necesitado de un mayor número de análisis para la detección de grupos.

La existencia de gradientes, como se ha visto, es otra causa importante a la hora de no detectar comunidades. La similitud en el cortejo florístico, provoca que el análisis no detecte la suficiente disimilitud entre los inventarios, como para considerarlos grupos independientes, cuando las diferencias en la composición específica de las mismas varía por la presencia de pocas especies. Autores como Poore (1956) y Gauch & Whittaker (1981) indican que en general, uno de los problemas a los que enfrentarse a la hora de clasificar la vegetación, es que existen numerosas especies que se distribuyen en función de tan sólo unos cuantos gradientes ambientales. Esto conlleva que el cambio gradual de un solo factor ambiental, afecte a la abundancia de numerosas especies y no a todas en la misma proporción. Por tanto, los inventarios de especies realizados a lo largo de gradientes, pueden estar enmascarando diferencias florísticas que un primer análisis no detecta. Como ejemplo de esta situación, se puede citar al grupo 3, en el que un cambio en la salinidad y en la naturaleza de los suelos, afecta sobre todo a la abundancia relativa de cuatro especies del conjunto inicial (*Hordeum marinum*, *Trifolium fragiferum*, *Polypogon maritimus* y *Spergularia salina*), siendo el resto del cortejo muy similar. Un segundo análisis sí es capaz de detectar esta variación generando dos grupos diferentes en función del grado de presencia de estas especies.

En otros casos como en el grupo 1, dentro del cual se han reconocido tres comunidades diferentes, las diferencias florísticas se deben a la presencia/ausencia de tan sólo una especie, no siendo eficaz un segundo análisis para reconocerlas como grupos independientes.

Por último, ha habido dos grupos (10 y 23), que han sido separados en base a la dominancia de una sola especie, *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* y *Agrostis stolonifera*, respectivamente. En estos casos se realizaron, segundos análisis para explorar la posibilidad de la existencia de más comunidades. En los dos casos, como se expuso al principio del capítulo, se detectaron más comunidades.

La columna de la Tabla 57 que se refiere al grupo más cercano, aporta información sobre la similitud existente entre los grupos generados en el primer análisis. Se observa, que la mayoría de ellos presentan similitud con dos de los grupos más heterogéneos del conjunto, el grupo 19 y el grupo 15, donde han sido necesarios segundos y terceros análisis para detectar comunidades o asociaciones. Esto se puede interpretar de dos maneras, se podría pensar que las diferencias florísticas entre grupos son tan grandes, que a lo que más se asemejan, es a conjuntos de inventarios que no presentan conexión alguna entre ellos, dada su elevada heterogeneidad. Otra opción podría ser que los grupos no fueran tan diferentes entre ellos, pero que incluyeran elementos con características intermedias presentes en los grupos de naturaleza más heterogénea.

En algunos casos, que se describen a continuación, si existe similitud entre grupos, que suele ir acompañada de semejanzas en el tipo de hábitat que ocupan los inventarios que los integran.

Es interesante remarcar la similitudes entre el grupo 2 y el 17, que corresponden a las comunidades de *Stauracantho genistoidis-Corematetum albi* y *Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis* respectivamente. Esta similitud nos indica que la composición florística de las comunidades presenta semejanzas, debido a que ocupan nichos con características ecológicas similares, diferenciándose por la exposición al viento y la movilidad del sustrato. En este rango hay muchas especies que soportan o se desarrollan en niveles medios, lo que lleva a compartir mucha de estas especies aunque con abundancias relativas diferentes, dependiendo de la comunidad de la que se trate.

Este caso se repite entre el grupo 22, que incluye inventarios de *Anagallido tenellae-Juncetum bulbosi*, y el grupo 23 heterogéneo, pero que presenta una alta cobertura de *Agrostis stolonifera*, al igual que muchos de los inventarios del grupo 22. También comparten similitudes en la ecología de los sitios de muestreo, ya que todos se realizaron en vasos lagunares temporales, compartiendo muchas de las especies acompañantes.

En otras ocasiones, se observa la no correspondencia entre dos grupos, por ejemplo el grupo 4 presenta como vecino más cercano al grupo 6, mientras que el grupo 6 presenta como grupo más cercano al grupo 19. Este caso se puede interpretar, como que el grupo 4 perteneciente a los brezales o monte negro, aislado desde el primer análisis como grupo independiente, comparte muchas especies con el grupo de los brezales de turberas del grupo 6, grupo que ha necesitado de un segundo análisis, ya que incluía más de una comunidad, luego era más heterogéneo. Esta mayor heterogeneidad, le hace estar más cerca mayor del grupo 15 de naturaleza también más heterogénea.

Otras situaciones de no correspondencia, son aquellas que se observan entre el grupo 14, (*Asparago albi-Rhamnetum oleoidis*) y el grupo 4 (*Erico scopariae-Ulicetum australis*). Los matorrales del grupo 14, son parecidos a los brezales de monte negro del grupo 4, y este a su vez es más similar al grupo de los brezales de turberas de *Erico ciliaris-Ulicetum minoris*. Este hecho sí refleja un gradiente de similitud florística entre las comunidades de matorral, equivalente a la similitud de los hábitats que ocupan cada una de ellas. Esta situación es igual a la que ocurre entre los grupos 2, 17 y 16, que incluyen las comunidades de matorral xéricas.

Para terminar, ha de recordarse que la Tabla 57 corresponde al primer análisis realizado, donde tan sólo se evalúan los primeros 23 grupos de los 94 totales que se han aislado tras los análisis posteriores. Al ser el resto de análisis independientes, de cada grupo, es decir que no se han realizado a partir de la matriz original, no se han podido extraer datos generales que pongan de manifiesto las relaciones entre el total de grupos generados.

Grupos	Numero de inventarios	ESS	Máxima distancia al cluster	Grupo más cercano
G-1	24	4083	15,8	19
G-2	33	1451,2	12,4	17
G-3	30	6647,8	19,4	19
G-4	35	4673,0	19,5	6
G-5	26	3378,3	17,7	19
G-6	36	4106,5	18,6	19
G-7	38	4256,3	15,0	19
G-8	29	3133,7	17,8	15
G-9	25	4024,0	19,1	15
G-10	25	3356,1	15,5	19
G-11	14	3301,4	17,7	12
G-12	45	9810,6	19,8	19
G-13	15	1826,9	15,8	19
G-14	13	2039,1	17,8	4
G-15	33	7721,9	21,5	19
G-16	11	2025,3	19,6	17
G-17	43	5659,5	22,3	2
G-18	21	3700,9	17,5	19
G-19	133	18153,7	18,0	15
G-20	18	3007,0	17,2	19
G-21	29	7402,5	22,7	19
G-22	19	2201,5	19,6	23
G-23	34	5750,4	17,5	22

Tabla 57. Resultados de la partición K-mean en 23 grupos, se incluye número de inventarios por grupo, suma de los errores al cuadrado (ESS), máxima distancia al cluster, vecino más próximo o grupo más cercano.

3.2.2.- Validación del modelo de clasificación

Se ha realizado un último análisis, para validar el modelo de partición generado en los análisis de clasificación, para este fin, se ha escogido un modelo basado en medidas de similitud entre inventarios de un mismo grupo y entre grupos. Dado que los análisis partitivos están basados en medidas de similitud, utilizando como medida la distancia euclídea, se ha elegido el método propuesto por Clarke & Green (1988) ANOSIM para realizar la validación, por estar basado en las mismas unidades de distancia y resultar más uniforme y acorde con los análisis partitivos. Por otra parte es un método aceptado y utilizado en muchos de los trabajos de clasificación de comunidades (Wardell-Johnson & al., 2004; Thompson & al., 2006; Lindo & Winchester, 2008; Wallestein & al., 2008)

Se aplicó a dos matrices, la generada por el primer análisis de 23 grupos, y la matriz generada tras los análisis de segundo orden que se les realizó a algunos de los 23 grupos originales, que dieron lugar a la existencia de 62 grupos.

Para la primera matriz se obtuvo un valor de $R=0,634$ para un valor de $p=0,01$. Este valor indica que la estructura de nuestros datos no está regida por el azar. La hipótesis nula de la que parte este análisis, es la no existencia de estructura en los datos, es decir que los datos están distribuidos al azar en los diferentes grupos. Al ser el valor del estadístico R significativo y mayor a 0,5 la hipótesis nula queda descartada, luego se puede afirmar que nuestros datos están distribuidos en los diferentes grupo por motivos diferentes al azar, es decir por su similitud, en este caso en la composición florística. Clarke & Gorley (2001) caracterizan los valores de R en tres rangos: $R>0,75$ denota grupos bien separados; $0,5>R>0,25$ grupos claramente separados pero con solapamientos y $0,25>R$ grupos claramente no separados. El valor de R obtenido para la clasificación de los datos se encuentra cercano al rango de los grupos bien separados.

En el segundo análisis se obtuvo un valor de $R=0,627$ para un valor de $p=0,01$. De nuevo la estructura de los datos de partida tiene mayor fuerza que la distribución al azar de los mismos, lo que conforma que el modelo de clasificación está basado en similitudes entre inventarios no regidas por el azar, si no por su composición florística.

Con estos dos análisis queda testado el modelo de clasificación de los datos y la existencia de una estructura en los mismos.

3.3.- ÍNDICES DE DIVERSIDAD

Como se indicó en el capítulo de materiales y métodos, se han calculado dos índices de diversidad en cada una de las comunidades registradas en la zona de estudio, salvo para aquellas que presentan una intensidad de muestreo muy baja. Estos índices han sido la riqueza específica (S) y la entropía de Shannon-Wiener (H').

Las medidas de diversidad que se aportan en este estudio, deben entenderse como medidas puntuales de la diversidad de la comunidad. No se pretende que estos valores se tomen como valores absolutos, sino orientativos, ya que, como se verá más adelante, estos valores pueden verse modificados, al cambiar algunas de las variables del medio. Como indica Margalef (2002) en su definición de diversidad “*La diversidad puede mirarse como una expresión taxonómica final de la dinámica de inmigración, multiplicación (diferencial) y extinción dentro de un ecosistema. Estos procesos fluctúan en el tiempo, y por tanto, la diversidad muestra también cambios considerables.*”

En las Figuras 7 y 8 se representan los valores de riqueza específica y de la entropía de Shannon-Wiener, obtenidos para cada una de las comunidades. Se representan para cada comunidad la media, la desviación estándar y el error estándar. En la Tabla 58 se incluye la media de estas dos variables para las distintas comunidades, así como los valores absolutos máximos y mínimos, que se presentan en cada una de ellas.

Se ha realizado una correlación, utilizando el coeficiente de Pearson, entre los valores de riqueza y diversidad, obteniendo un valor del coeficiente de correlación, $r=0,95$ con un nivel de significación $p<0,001$. Esto indica que ambas variables están íntimamente relacionadas, siendo las comunidades más ricas en especies las más diversas y las menos ricas las menos diversas. Al mostrar los dos índices de diversidad calculados patrones similares de cambio, sólo se analizarán los datos de composición específica, salvo en los casos en los que sea interesante remarcar los valores de entropía.

El valor medio de riqueza más alto ($S=31,57$) se ha registrado en los pastizales de *Thero-Brometalia*, ligados a sitios perturbados, por la introducción de suelos alóctonos. El valor medio mínimo ($S=4$) pertenece a comunidades de *Salsolo kali-Cakiletum aegyptiacae*. El valor máximo absoluto ($S=53$) se presenta en comunidades de *Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae* y el mínimo absoluto ($S=2$) se ha registrado en comunidades de *Typho angustifoliae-Phragmitetum australis*, *Schoenoplectetum corymbosi* y en las comunidades de *Cistus ladanifer*.

Los pastizales más ricos en especies, están ligados a medios perturbados donde la nitrificación, compactación y naturaleza alóctona de los suelos donde se desarrollan, son los motivos de la alta riqueza en especies que presentan. Estas condiciones favorecen la introducción de especies ligadas a sustratos arcillosos e incluso básicos, que conviven con algunas especies autóctonas, que son más resistentes a estas perturbaciones. En este caso la mayor diversidad no debe tomarse como un dato positivo desde el punto de vista de la conservación, sino todo lo contrario.

Respecto a los sabinares de *Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae* la riqueza específica alcanza niveles altos, gracias la cortejo herbáceo dominado por anuales que

presentan. Sin embargo, como se observa en las Figuras 7 y 8, la desviación estándar, tanto de la riqueza específica como de la entropía de Shannon-Wiener, es muy alta.

En la Tabla 53 (*Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae*) se puede observar como los once primeros inventarios presentan valores de riqueza específica comprendidos entre 24 y 53, mientras que el resto presentan valores entre 8 y 30. Esta diferencia se debe al año de muestreo, los inventarios que presentan mayores valores de riqueza específica fueron los realizados durante el año de muestreo 2006, en el que las precipitaciones fueron mayores. Por el contrario los inventarios con valores de riqueza más bajos se realizaron durante el año 2005, que fue uno de los años más secos de las últimas décadas. El análisis de clasificación K-mean aplicado a los datos, separó los inventarios pertenecientes a sabinares muestreados en el año 2006, de los muestreados en el año 2005, poniendo de manifiesto las diferencias que presentan en el cortejo florístico de especies anuales. Esta misma situación se observa en las comunidades de *Erico scopariae-Ulicetum australis*, donde los inventarios realizados durante el año 2005 (Tabla 43: inventarios 25-35) presentan una riqueza notablemente menor que los realizados durante el año 2006. De manera menos acusada, este hecho se repite en las comunidades de *Halimio halimifolii-Stauracantethum genistoidis*, donde los inventarios pertenecientes al año 2005 (Tabla 46: inventarios 17-43) presentan en general valores de diversidad menores que el resto, realizados en el 2006 y 2007.

Este hecho es común con diversos estudios realizados en pastizales anuales de la cuenca mediterránea (Noy-Meir & al., 1989; Espigares & Peco, 1995; Leiva & al., 1997; Osem & al., 2002) que indican las limitaciones para la composición específica y la producción primaria, que impone la estacionalidad en los recursos, sobre todo de agua y nitrógeno. Soriguer & al. (2001) en su estudio realizado en los pastizales de la vera de la Reserva Biológica de Doñana, indican la fuerte disimilaridad interanual observada en los valores máximos de productividad de los pastizales, así como en los patrones mensuales.

Por tanto los valores de riqueza específica en muchas de las comunidades, van a depender no sólo de la potencialidad de las mismas para ser colonizadas por diferentes especies, también del total de precipitación anual y su distribución a lo largo del año. Espigares & Peco (1995) indican que las lluvias registradas en el periodo de germinación y de establecimiento de las plántulas, son de gran importancia en la composición específica de estos pastizales durante la primavera.

Por otro lado, podría parecer contradictorio el hecho de que las comunidades típicas de los sitios más xéricos, como los sabinares y el monte blanco sean algunas de las que presentan valores más altos de riqueza y diversidad. Como ya se ha dicho, esta riqueza se debe a la presencia de un estrato herbáceo muy rico en especies, que se desarrolla sobre todo en los huecos disponibles entre el matorral. La importancia de estos huecos ha sido puesta de relevancia por Menges & al. (2008), que consideran estos espacios o “gaps”, como responsables de una riqueza en especies alta en matorrales seriales (romerales) desarrollados tras incendios. El tamaño, número y la distribución de estos huecos, según estos autores, son variables a tener en cuenta a la hora de conservar este tipo de comunidades de matorral en su óptimo de diversidad.

Por el contrario, los sabinares más umbrófilos pertenecientes a las comunidades de *Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae galietosum minutuli*, presentan uno de los valores medios más altos en riqueza específica ($S=24,14$), pero la desviación estándar de los datos no es tan acusada como en los anteriores. El motivo es, que estas comunidades fueron muestreadas durante el año 2006, y aunque su riqueza radica en el estrato herbáceo, al haber tomado los datos durante un régimen anual de lluvias idéntico, no existen diferencias significativas en los valores de composición específica de las mismas.

El matorral preforestal representado por comunidades de *Asparago albi-Rhamnetum oleoidis* debe su riqueza específica sobre todo a la presencia de un estrato arbustivo dominante y rico en especies. En la Tabla 52 de inventarios podemos observar de nuevo que el inventario que presenta un valor menor, es el único que se realizó durante el año 2005.

Los pastizales naturales más diversos son las comunidades de *Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae*. En estas de nuevo, es el estrato herbáceo anual es el que ofrece unos valores más altos en número de especies. La desviación estándar de los datos es menor, siendo los valores de riqueza específica de los inventarios que la integran más uniformes. Este hecho se ve reflejado en los valores de entropía, presentando el valor máximo ($S'=4,99$) y el valor mínimo ($S'=4,5$) poca diferencia. Estas comunidades se desarrollan en su mayoría en la zona de la vera junto con otras como *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae*, *Chamaemelo mixti-Vulpietum alopecuroris* y *Holoschoeno-Juncetum acuti* también incluidas dentro del grupo de pastizales que mayor diversidad presentan en el área de estudio. La condición de ecotono de la vera, hace los que los principales factores responsables de la distribución de las comunidades vegetales en la zona, como humedad edáfica, textura del sustrato y salinidad, presenten valores intermedios. Como consecuencia de ello, conviven un mayor número de comunidades vegetales, que en los ambientes más extremos de salinidad, xericidad e inundación, que condicionan una menor riqueza en el resto de los ecosistemas del área de estudio.

Las comunidades que presentan los valores más bajos en riqueza específica son *Salsolo kali-Cakiletum aegyptiacae*, *Typho angustifoliae-Phragmitetum australis*, *Schoenoplectetum corymbosi* y en las comunidades de *Cistus ladanifer* e *Imperata cylindrica*.

La comunidad de *Salsolo kali-Cakiletum aegyptiacae* la integran especies anuales creciendo en la línea de marea. Las condiciones extremas en las que se desarrolla esta comunidad, como inundaciones periódicas y una alta salinidad no permite el desarrollo de comunidades más diversas. Otras comunidades de playa como *Euphorbio paraliae-Agropyretum junceiformis* y *Loto cretici-Ammophiletum australis* se encuentran entre las comunidades menos ricas en especies, ($S=8$ y $S=10,1$ respectivamente), debido también a que las condiciones del medio, como la alta movilidad del sustrato, fuerte embate del viento cargado de sales y baja humedad edáfica, hacen que el número de especies adaptadas a estos medios sea menor y por tanto las posibles asociaciones también.

Otras de las comunidades que menor riqueza presentan son *Typho angustifoliae-Phragmitetum australis* y *Schoenoplectetum corymbosi* con valores medios de $S=6$ y $S=4,6$ respectivamente. En este caso, se trata de comunidades que se desarrollan en zonas

inundadas, durante gran parte del año. La temporalidad, tanto anual como interanual, y la escasez de mineralización de las aguas de muchas zonas húmedas del área de estudio, provoca que algunas de las comunidades típicas de estos lugares sean prácticamente monoespecíficas, no existiendo muchas especies adaptadas a estas condiciones tan cambiantes, además son especies con una alta capacidad para la multiplicación vegetativa, lo que determina una alta densidad de cobertura que impide la entrada a otras especies a sus rodales. En el caso de las comunidades de *Schoenoplectetum corymbosi*, los valores de riqueza presentan una gran variabilidad debido a que, de los cinco inventarios que se han realizado dos de ellos presentan dos especies y uno nueve. Al ser el tamaño de muestreo muy pequeño para esta comunidad, estas diferencias se ven acentuadas al calcular la desviación y el error estándar.

Las comunidades de *Imperata cylindrica* se muestrearon durante el año 2005, como se ha mencionado con anterioridad, el año más seco del periodo de estudio. Se puede deducir que la riqueza de esta comunidad puede ser mayor en años más húmedos en los que se vea enriquecida por un cortejo más numeroso de especies anuales. El dato de diversidad aportado por este estudio no debe ser tenido en cuenta como reflejo del óptimo de la comunidad.

Por último en el caso de las comunidades de *Cistus ladanifer* la baja diversidad que presentan parece estar relacionada con procesos de exclusión de la propia especie. La presencia de rodales monoespecíficos, puede explicarse por la capacidad que presenta la especie para excluir al resto de especies de matorral, muy abundantes en el resto del territorio. Sosa (2003) indica la presencia de compuestos alelopáticos en esta especie, incluso en los suelos que coloniza, con capacidad de inhibir la germinación y el crecimiento de otras especies. La desviación tan acusada que se observa en las Figura 7 y 8 para estas comunidades, es por la presencia de una riqueza específica muy elevada en un solo inventario ($S=17$) en contraste con el resto que no supera las ocho especies.

El resto de comunidades, no incluidas entre las más diversas ni entre las más pobres en especies, presentan valores de riqueza específica comprendidos entre 20 y 10. Es interesante comentar aquellas, en las que los valores de riqueza o diversidad presentan una desviación estándar elevada, ya que como hemos visto con anterioridad, pueden ser reflejo de varias causas. Entre ellas se incluyen los pastizales de *Stellarietea*, los pastizales de *Linario donyanae-Loeflingietum baeticae*, *Malcolmio littoreae-Vulpietum alopecuroris* y *Plantaginetalia majoris* y en los juncales de *Juncetum rugoso-effusi* y *Anagallido tenellae-Juncetum bulbosi*.

Respecto a los pastizales de *Stellarietea* incluyen inventarios realizados bajo un dosel arbolado denso, así como inventarios realizados bajo un individuo de gran talla, aislado del resto. Luego recogen inventarios ricos en especies, pertenecientes a los realizados bajo árboles aislados, donde la cantidad de luz y la ausencia de una capa de hojarasca muy espesa permiten el desarrollo de un mayor número de especies. Por el contrario en los pastizales muestreados bajo un dosel arbolado denso de *Pinus pinea*, las condiciones de menor iluminación y la presencia de una capa de acículas muy densa, hace que la cantidad de especies que colonizan estos medios sea menor. Debido a las diferencias en los factores abióticos, existen diferencias muy acusadas en los inventarios realizados, hecho que se ve

reflejado en la alta variabilidad de las muestras. Además, el hecho de incluir inventarios a nivel de clase ya está marcando una alta variabilidad en sus composiciones.

En las comunidades de *Linario donyanae-Loeflingietum baeticae*, las diferencias en los valores de riqueza de los inventarios que integran la comunidad, y por tanto su desviación estándar elevada, se deben a la interacción de dos motivos. Por un lado, hay inventarios más pobres que se realizaron en el año 2005. Por otro lado, existen algunos inventarios que, aunque se realizaron durante el año más lluvioso, su riqueza en especies es muy baja debido al sitio de muestreo. Algunos de los inventarios de estos pastizales se realizaron en las arenas desnudas presentes en los altos del médano del Asperillo, donde las condiciones extremas, de alta movilidad del sustrato y xericidad, hacen que el número de especies se reduzca al mínimo.

Esto hecho pone de relieve un segundo factor que influye en la variabilidad de la riqueza específica que presentan las comunidades. El lugar de muestreo, influye en la cantidad de especies que son capaces de colonizar y sobrevivir. En los lugares de mayor xericidad, estas comunidades presentan valores de $S=2$, uno de los valores absolutos más bajo detectado en el área de estudio. Noy-Meir, (1973) y Osem & al. (2002) indican el papel que representa la topografía en lugares semiáridos o de una acusada xericidad en la distribución de los recursos hídricos, añadiendo así el factor de variabilidad del espacio junto al del tiempo, en la diversidad de las comunidades vegetales.

En las comunidades de *Malcolmio littoreae-Vulprietum alopecuroris* la presencia de dos inventarios, de nueve realizados, en los que la riqueza específica es muy elevada a diferencia del resto, es lo que marca la alta desviación en los valores tanto de riqueza como de diversidad. Estos inventarios presentan una combinación de especies mayor porque fueron realizados en situaciones de ecotono donde esta comunidad no se encuentra en su óptimo, uno de ellos está siendo invadido por el matorral y en otro está en contacto con las comunidades propias de la playa. La variabilidad, en este caso, se debe a no haber elegido una parcela de muestreo lo suficientemente homogénea.

En el caso de las comunidades de *Agrostis stolonifera* la variabilidad se debe a la presencia de dos inventarios, cuya riqueza específica es bastante menor a la del resto. Estas comunidades están relacionadas con zonas húmedas en las que el vaso ha perdido capacidad de inundación. Cuando el periodo de inundación se ve reducido aumenta la capacidad competitiva de *Agrostis stolonifera*, especie dominante en estos medios. Los inventarios menos ricos en especies, representan a zonas húmedas donde el resto de especies ligadas a estos hábitats ha desaparecido o ha visto reducida su presencia por falta de humedad. Los inventarios con un mayor número de especies representan vasos lagunares que no han perdido del todo la capacidad de inundación o encharcamiento, lo que hace posible la convivencia de *Agrostis stolonifera* con otras especies típicas de comunidades ligadas a sitios húmedos, a pesar de que siga siendo dominante.

Por último, en los juncuales de *Juncetum rugoso-effusi* y *Anagallido tenellae-Juncetum bulbosi* parece ser que la variabilidad de la riqueza y diversidad se debe a las diferencias en el estado de conservación de la comunidad. Se trata de asociaciones ligadas a zonas húmedas, que en algunas ocasiones presentan un alto grado de perturbación, en la mayoría de los casos ligados a la presencia de grandes herbívoros y jabalíes. En este caso las

comunidades ligadas a las zonas húmedas están peor estructuradas, presentándose en muchas ocasiones una mezcla de especies, que no representa el óptimo de la vegetación, en el caso de que la alteración fuera menor.

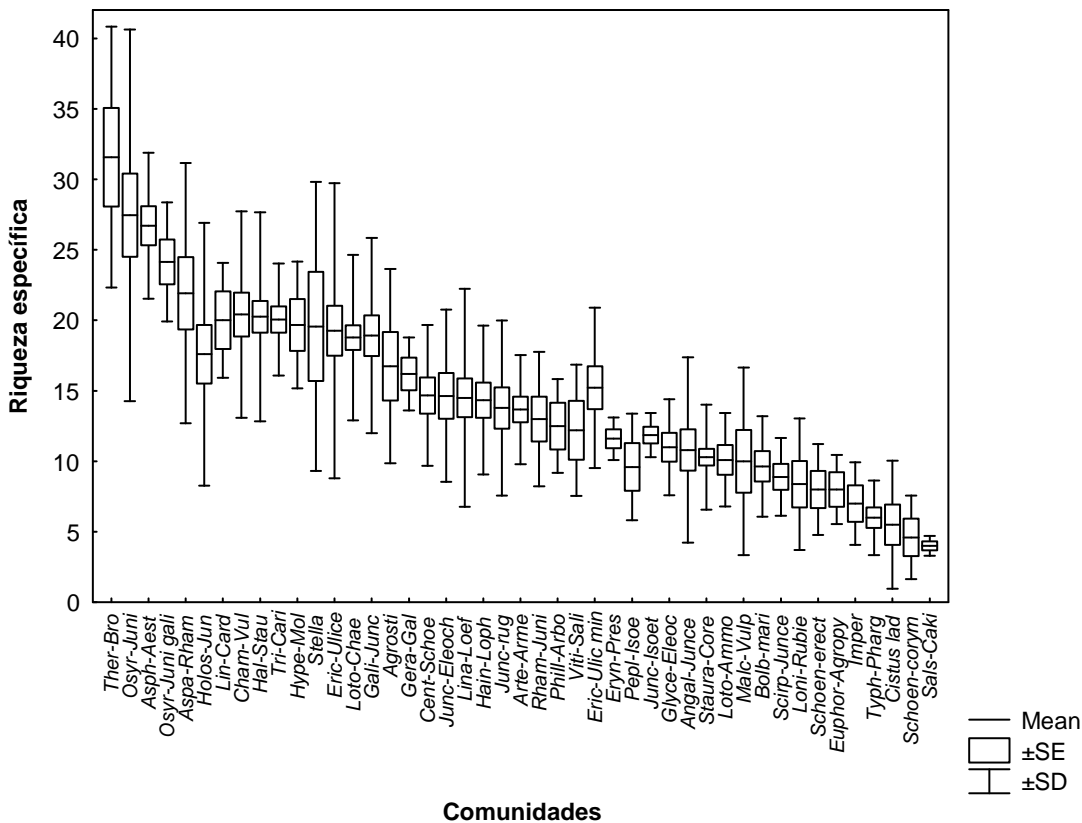


Figura 7. Riqueza específica para cada una de las comunidades del área de estudio. Se representan la media, el error estándar y la desviación típica.

A modo de síntesis, algunos de los factores más importantes que determinan la riqueza específica en las comunidades estudiadas son la humedad edáfica, la cantidad de nutrientes, la presencia de herbívoros, la movilidad del sustrato, el grado de alteración del medio y la salinidad.

Noy-Meir (1973) y Osem & al. (2002) en sus trabajos realizados en sistemas semiáridos, afirman que la mayor o menor riqueza y productividad en las comunidades vegetales va a depender de distintos factores, según el ecosistema que se trate. Si se extrapola esta afirmación al área de estudio, en las arenas estabilizadas y en el sistema de dunas móviles, la diversidad de las comunidades depende en gran medida de los dos factores limitantes más importantes, el factor hídrico y la escasez de nutrientes. Las variaciones temporales y espaciales en la riqueza de especies se deben principalmente a las diferencias interanuales en el régimen de lluvias y en la humedad edáfica, reflejo de la diferencia de topografía en los diferentes puntos de estos ecosistemas. Aún así, dos de las comunidades que presentan mayor riqueza en especies son precisamente los matorrales más xerófitos, los sabinars y el monte blanco. Riqueza que le viene dada por el cortejo de especies anuales que presentan,

y que por tanto depende, como reflejan los datos de distintos años de muestreo, del régimen de lluvias. Este es el caso de otras comunidades ligadas al tren de dunas, como el matorral de dunas y los enebrales, de nuevo el cortejo anual es el responsable de que los valores de diversidad sean más elevados de lo que se podría imaginar para un medio tan adverso.

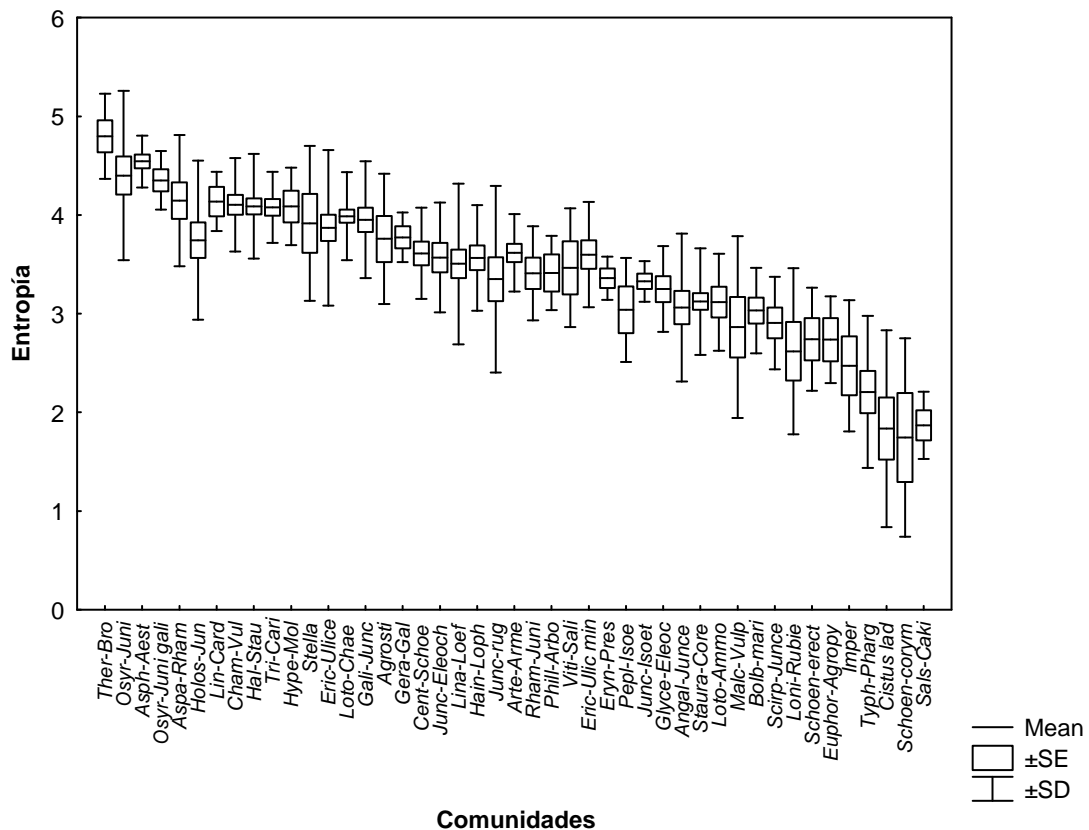


Figura 8. Entropía de Shannon-Wiener para cada una de las comunidades del área de estudio. Se representan la media, el error estándar y la desviación típica.

En la vera donde, donde la humedad edáfica y la cantidad de nutrientes es mayor, la presencia de un mayor número de comunidades con altos valores de riqueza específica, también depende, en la mayoría de las ocasiones de las especies anuales, aunque es mayor el número de especies herbáceas perennes que en los anteriores. En este lugar es importante destacar el papel que juegan los herbívoros en la diversidad de las distintas comunidades. La relación entre la comunidad de herbívoros y los pastizales que frecuentan, ha sido objeto de estudio en numerosas ocasiones. Milchunas & Laurenroth (1993) proponen que la alteración en la estructura y diversidad de los pastizales debido a la herbivoría, es principalmente una función de la productividad, ligada a la particular evolución de la presión de herbivoría en cada uno de los ecosistemas. Estos factores determinan la composición en especies, los caracteres morfológicos y las formas de vida predominantes que caracterizan a las comunidades vegetales. Otros autores como Osem & al. (2002) indican que la diversidad alcanza valores mayores en lugares con una presión media de herbivoría. Noy-Meir (1995) obtienen resultados parecidos, concluyendo que las características particulares de lugares sujetos a herbivoría, y la interacción con los

herbívoros van a determinar las diferentes formas de vida y fisionomía de la vegetación, que a su vez determinan la estructura y la diversidad de las comunidades.

En el área de estudio, la vera ha sido el lugar donde los herbívoros han ejercido una mayor presión, debido precisamente a que se trata de uno de los ecosistemas más productivos del área de estudio (Allier & Bresett, 1977; Rivas-Martínez & al., 1980, Soriguer & al., 2001). El resultado es que los pastizales de mayor riqueza en especies se ubican en este ecotono entre la marisma y las arenas estabilizadas, coincidiendo los resultados obtenidos en el presente estudio, con los de Soriguer & al. (2001). Muchos de los taxones que contribuyen a esta riqueza son leguminosas y gramíneas dotadas de estolones, adaptadas a estos regímenes de herbivoría.

Sin embargo, también se ha detectado que en comunidades sometidas a una alta presión de herbivoría, muy nitrificadas y pisoteadas, este efecto se invierte, dando lugar a comunidades dominadas por una sola especie, como es el caso de los pastizales húmedos que bordean la Laguna de Santa Olalla y Laguna Dulce. En los bordes de estas lagunas sólo prosperan tapices de gramíneas como *Cynodon dactylon* o *Panicum repens*, incluso en algunas ocasiones de especies alóctonas como *Paspalum vaginatum* y *Paspalum paspalodes*. El efecto negativo de la nitrificación de los pastizales sobre la diversidad de especies, ha sido puesto de manifiesto por autores como Janssens & al. (1998) que concluyen en sus estudios sobre pastizales de zonas templadas centroeuropeas, que el exceso de nitratos en el suelo presenta efectos negativos sobre la diversidad de las comunidades vegetales, siendo un elemento limitante en la diversidad de especies. En el área de estudio además de las fuentes de nitrógeno de origen animal, existe el riesgo de aportaciones a través de las descargas de agua subterránea, de sustancias nitrogenadas proveniente de actividades ligadas a la agricultura en zonas aledañas no protegidas, según denuncian algunos autores como Custodio & Palancar (1995) y Manzano & al. (2005). El efecto sinérgico de las dos fuentes podría provocar pérdidas en la diversidad de las comunidades, sobre todo en las ligadas a las zonas húmedas.

También se debe tener en cuenta, el hecho de que las comunidades de mayor riqueza en el área de estudio, como son los pastizales de *Thero-Brometalia*, estén asociadas a lugares alterados, en este caso debido a la introducción de suelos alóctonos. No siempre se deben tomar los valores altos de diversidad como datos positivos. En medios eminentemente xéricos y sobre suelos en general pobres en nutrientes, como es el caso de Doñana los valores de diversidad se ven limitados por estos factores extremos, al reducir el número de especies adaptadas a estas condiciones tan adversas. La existencia de lugares húmedos de diversa índole, contribuye en gran medida a elevar la riqueza florística de las comunidades vegetales en el territorio. Luego la diversidad debe enfocarse a la conservación de estos sitios, a minimizar la alteración sobre los ecosistemas más sensibles y a reducir los riesgos de un aumento de especies cuyo origen y ecología no está ligado a estos ecosistemas, sino a la alteración de los mismos.

Comunidad	Abrev.	S. Med	S. Max	S. Min	H'. Med	H'. Max	H'. Min
<i>Thero-Brometalia</i>	<i>Ther-Bro</i>	31,57	47	21	4,80	5,42	4,16
<i>Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae</i>	<i>Osy-Juni</i>	27,45	53	8	4,40	5,58	2,83
<i>Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae</i>	<i>Asph-Aest</i>	26,71	36	20	4,54	4,99	4,15
<i>Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae galietosum minutuli</i>	<i>Osy-Juni gali</i>	24,14	29	16	4,35	4,69	3,78
<i>Asparago albi-Rhamnetum oleoidis</i>	<i>Aspa-Rham</i>	21,92	42	7	4,15	5,23	2,64
<i>Chamaemelo mixti-Vulpium alopecuroidis</i>	<i>Cham-Vulp</i>	21,19	37	13	4,50	5,00	3,40
<i>Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis</i>	<i>Hal-Stau</i>	20,26	39	9	4,09	5,17	3,07
<i>Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae</i>	<i>Tri-Cari</i>	20,06	27	10	4,09	4,61	3,08
<i>Linario viscosae-Carduethum meoanthi</i>	<i>Lin-Card</i>	20,00	25	15	4,15	4,50	3,70
<i>Hyperico elodis-Schoenetum nigricantis</i>	<i>Hype-Scho</i>	19,67	24	13	4,09	4,45	3,44
Pastizales de <i>Stellarietea</i> bajo arbolado	<i>Stella</i>	19,57	38	8	3,92	5,08	2,72
<i>Erico scopariae-Ulicetum australis</i>	<i>Eric-Ulice</i>	19,26	45	7	3,87	5,31	2,60
<i>Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati</i>	<i>Loto-Chae</i>	18,93	36	9	4,00	5,01	2,98
<i>Galio palustris-Juncetum maritimi</i>	<i>Gali-Junc</i>	18,91	36	7	3,95	5,03	2,59
<i>Holoschoeno-Juncetum acuti</i>	<i>Holos-Jun</i>	17,60	36	5	3,70	5,00	2,15
Comunidad de <i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Agrosti</i>	16,75	28	8	3,76	4,62	2,76
<i>Geranio purpurei-Galietum minutuli</i>	<i>Gera-Gal</i>	16,20	19	12	3,77	4,01	3,35
<i>Centaureo exaratae-Schoenetum nigricantis</i>	<i>Cent-Schoe</i>	14,67	28	8	3,61	4,61	2,85
<i>Junco emmanuelis-Eleocharitetum multicaulis</i>	<i>Junc-Eleo</i>	14,64	30	7	3,57	4,75	2,62
<i>Linario donyanae-Loeflingietum baeticae</i>	<i>Lina-Loef</i>	14,50	43	2	3,51	5,29	1,00
<i>Hainardio cylindrica-Lophocloetum hispidae</i>	<i>Hain-Loph</i>	14,33	24	7	3,58	4,40	2,67
<i>Juncetum rugoso-effusi</i>	<i>Junc-rug</i>	13,78	24	2	3,35	4,43	0,94
<i>Artemisio crithmifoliae-Armeietum pungentis</i>	<i>Arte-Arme</i>	13,67	22	9	3,61	4,34	2,97
<i>Rhamno oleoidis-Juniperetum macrocarpae</i>	<i>Rham-Juni</i>	13,00	23	9	3,41	4,30	2,90
<i>Phillyreo angustifoliae-Arbutetum unedonis</i>	<i>Phill-Arbo</i>	12,50	17	9	3,41	3,92	3,01
<i>Junco pygmaei-Isoetum velati</i>	<i>Junc-Isoet</i>	11,85	14	10	3,34	3,60	3,10
<i>Erico ciliaris-Ulicetum minoris</i>	<i>Eric-Ulic min</i>	11,77	28	5	3,21	4,64	2,11
<i>Eryngio comiculati-Preslietum cervinae</i>	<i>Eryn-Pres</i>	11,00	13	9	3,36	3,60	3,00
<i>Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris</i>	<i>Glyce-Eleo</i>	11,00	16	7	3,25	3,92	2,65
<i>Anagallido tenellae-Juncetum bulbosi</i>	<i>Angal-Junce</i>	10,80	29	3	3,06	4,70	1,41
<i>Viti viniferae-Salicetum atrocinereae</i>	<i>Viti-Sali</i>	10,40	19	9	3,46	4,25	3,05
<i>Stauracantho genistoidis-Corematetum albi</i>	<i>Staura-Core</i>	10,29	23	4	3,12	4,40	1,86
<i>Loto cretici-Ammophiletum australis</i>	<i>Loto-Ammo</i>	10,10	16	6	3,12	3,92	2,42
<i>Malcolmio littoreae-Vulpium alopecuroidis</i>	<i>Malc-Vulp</i>	10,00	22	4	2,86	4,33	1,66
<i>Bolboschoenetum maritimi</i>	<i>Bolb-mari</i>	9,64	19	7	3,03	4,09	2,60
<i>Scirpo fluitantis-Juncetum heterophylli</i>	<i>Scirp-Junce</i>	8,89	14	5	2,91	3,64	2,14
<i>Lonicero hispanicae-Rubetum ulmifolii</i>	<i>Loni-Rubie</i>	8,38	15	3	2,62	3,70	1,38
<i>Peplido hispidulae-Isoetum delilei</i>	<i>Pepl-Isoet</i>	8,10	15	6	3,04	3,70	25,00
Comunidad de <i>Schoenoplectus erectus</i>	<i>Schoen-erect</i>	8,00	13	5	2,74	3,48	2,21
<i>Euphorbio paraliae-Agropyretum junceiformis</i>	<i>Euphor-Agropy</i>	8,00	11	6	2,74	3,24	2,34
Comunidad de <i>Imperata cylindrica</i>	<i>Imper</i>	7,00	10	3	2,47	3,07	1,46
<i>Typho angustifoliae-Phragmitetum australis</i>	<i>Typho-Pharg</i>	6,00	11	2	2,19	3,28	0,68
Comunidad de <i>Cistus ladanifer</i>	<i>Cist-lad</i>	5,50	17	2	1,84	3,87	0,81
<i>Schoenoplectetum corymbosi</i>	<i>Schoen-corym</i>	4,60	9	2	1,75	3,02	0,68
<i>Salsolo kali-Cakiletum aegyptiacae</i>	<i>Sals-Caki</i>	4,00	5	3	1,90	2,30	1,38

Tabla 58. Riqueza específica (S) y Entropía de Shannon-Wiener (H'), valores medios por comunidad y máximos y mínimos absolutos.

3.4.-DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN POR UNIDADES DE PAISAJE

En el presente capítulo, se enumeran las distintas comunidades que integran cada una de las unidades geomorfológicas en las que se ha dividido el área de estudio, así como las relaciones existentes entre ellas.

3.4.1. Arenas estabilizadas

Esta unidad la integran, como se indicó en el capítulo de materiales y métodos, los sistemas eólicos inactivos, siendo la que ocupa una mayor extensión dentro del área de estudio (Mapa 2). La variabilidad en el paisaje, en gran medida viene dada por la dinámica de las aguas subterráneas, bien por las distintas alturas que alcanza la capa freática respecto a la superficie o bien por las interacciones de la misma con la superficie, dando lugar a numerosos tipos de humedales en su mayoría de carácter temporal. Otro factor de variabilidad, es la presencia de infraestructuras de origen antrópico de diversa índole que modifican el medio natural, creando nuevos hábitats donde se desarrollan comunidades que no se incluyen en la dinámica de las comunidades vegetales naturales de esta zona. En otras ocasiones las actividades de origen antrópico, lo que provocan es el mantenimiento de muchas comunidades en sus estados más primarios de sucesión, mediante los desbroces, cortafuegos, talas de pinos, etc...

Para que la descripción del paisaje se comprenda mejor, se dividirá esta unidad en diferentes apartados, basándose en los distintos biotopos que se presentan.

3.4.1.1. Lagunas

En este apartado se incluye la serie edafohigrófila ligada a los humedales, que presenta varias modalidades. Las zonas húmedas dan lugar a la existencia de una gran diversidad de comunidades, responsables a su vez, de la diversidad del paisaje en esta unidad. Según Rivas-Martínez & al. (1980), de forma general, se puede decir que los tipos de vegetación hidrófila en Doñana, varían mucho dependiendo de la persistencia y naturaleza del agua, considerando estos autores que la catena clásica de las lagunas de agua dulce se remite al siguiente esquema: *Glycerio declinatae-Eleocharitetum multicaulis*, *Scirpo fluitantis-Juncetum heterophylli*, *Junco emmanuelis-Eleocharitetum multicaulis*, *Juncetum rugoso-effusi*, *Galio palustris-Juncetum maritimi*, *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae*.

La mayoría de los humedales del área de estudio son temporales y de aguas pobres en nutrientes, lo que no se traduce en que todos sean homogéneos en cuanto a su vegetación. También se incluyen lagunas permanentes, aunque escasas en el territorio, son el reservorio de algunas comunidades ligadas a este tipo hábitats, que aportan variabilidad al conjunto. Las turberas, formaciones muy bien representadas en el Parque Natural, son el refugio de comunidades y flora, con un carácter atlántico muy acusado, que merecen ser comentadas aparte. Por último, se ha incluido un epígrafe referente a los zacallones, entendiéndolos como tales, las excavaciones que se realizan para hacer que el freático aflore a superficie. Estos zacallones colaboran con el mantenimiento de algunas de las comunidades acuáticas, estando algunas de ellas ligadas a la existencia de los mismos.

A continuación se exponen, algunos ejemplos de humedales, de estos cuatro tipos, que recogen la variabilidad observada en las lagunas de las arenas estabilizadas.

Lagunas temporales

En estos humedales temporales, las comunidades contactan unas con otras siguiendo un gradiente de duración del periodo de inundación y de humedad edáfica. Uno de los esquemas que se repiten en muchas de las zonas húmedas es el siguiente *Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae*, *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*, *Junco emmanuelis-Eleocharitetum multicaulis*, *Eryngio corniculati-Preslietum cervinae*, *Scirpo fluitantis-Juncetum heterophylli*, *Typho angustifoliae-Phragmitetum australis*. En algunos casos, habría que añadir la presencia de comunidades pertenecientes a las clases *Charetea*, *Lemnetea* y *Potametea*. Este esquema general presenta variaciones, según el tamaño del vaso, el periodo de inundación, el grado de conservación del humedal,... que serán comentadas con ejemplos de humedales concretos y sintetizadas en el Esquema 1.

Laguna de los Cinco Pinos

Este humedal es un ejemplo de vaso lagunar situado en zonas de recarga del acuífero, de carácter temporal, poco profundo y de aguas oligotrofas. El periodo de inundación por tanto depende del régimen de lluvias anual, estando las comunidades vegetales que lo integran adaptadas a estas condiciones de temporalidad y escasez de nutrientes. Se trata de comunidades de desarrollo primaveral, en su mayoría integradas por especies de carácter anual, geófitos y hemicriptófitos. En la Figura 7: A se muestra una vista aérea de la laguna rodeada de pinares de repoblación y muy cercana a una finca agrícola de regadío.

La catena de comunidades que se ha registrado, siguiendo un gradiente de humedad creciente, es la siguiente: *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*, *Eryngio corniculati-Preslietum cervinae*, *Scirpo fluitantis-Juncetum heterophylli*, *Typho angustifoliae-Phragmitetum australis*.

-En las orillas, donde el suelo presenta una alta humedad edáfica pero no llega a inundarse, se forman manchas dominadas por *Imperata cylindrica*, cuya existencia parece deberse a una mayor accesibilidad de sus raíces hacia capas húmedas de mayor profundidad, donde no pueden acceder los terófitos que integran las comunidades de *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*.

-Hacia el interior de la laguna le siguen los pastizales terofíticos de *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*, situados en los bordes húmedos pero que no llegan a encharcarse, salvo periodos muy cortos o en años especialmente lluviosos. En la Figura 7 (B y C) se puede observar, como estos pastizales son los primeros en secarse, estando el resto de comunidades aún verdes.

-Las primeras comunidades que se instalan en las zonas del vaso susceptibles de inundarse, pero en las que el periodo de permanencia de la lámina de agua es más corto, al ser las últimas en inundarse y las primeras en desecarse cuando comienza la estación seca, son las comunidades de *Eryngio corniculati-Preslietum cervinae*.

-En las zonas donde el periodo de inundación se prolonga se desarrollan las comunidades de *Scirpo fluitantis-Juncetum heterophylli*.

-En las zonas más profundas del vaso aparecen comunidades de *Typho angustifoliae-Phragmitetum australis* dominadas por *Schoenoplectus lacustris*. Esta comunidad es la de mayor talla (Figura 9: B y C) y la que más perdura en el tiempo.

-Bajo la lámina de agua, se forman poblaciones más o menos densas de *Nitella translucens*, y en la superficie se desarrollan comunidades de *Potametea* dominadas por *Ranunculus peltatus*.

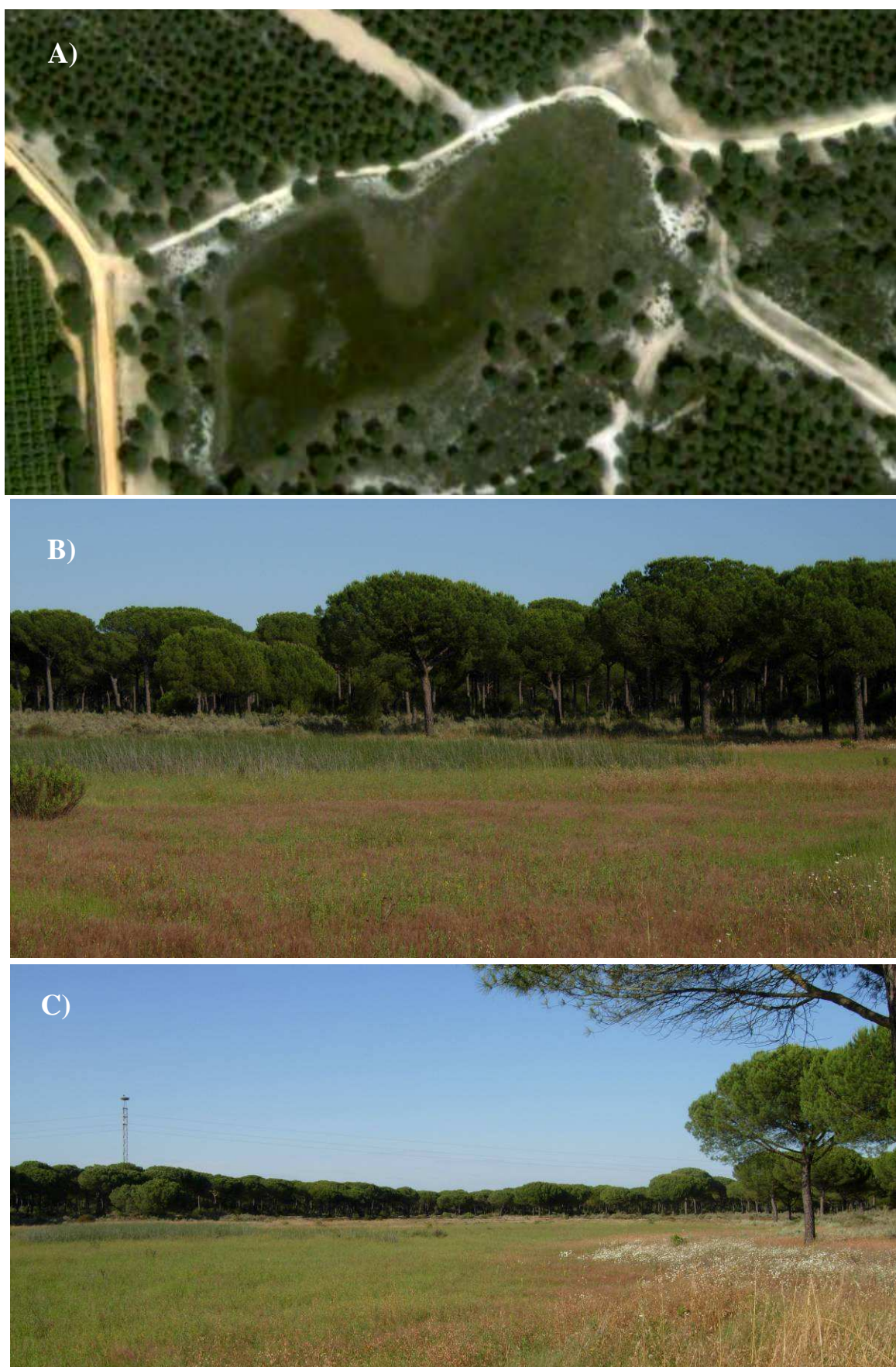


Figura 9. A) Vista aérea de la laguna de los Cinco Pinos (fotografía tomada de Google Earth); B) Aspecto del vaso lagunar en junio de 2008; C) Aspecto del vaso lagunar en junio de 2008.

-Como se puede observar en la vista aérea (Figura 9: A), esta laguna no presenta orla de matorral higrófito ni comunidades de *Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae*, las comunidades de la serie higrófila contactan directamente con pinares con matorral serial xerófito, lo que pone de manifiesto un nivel profundo del nivel freático en sus márgenes. La ausencia de orla de matorral higrófito en algunas zonas húmedas del territorio, es un hecho frecuente. Este hecho parece estar correlacionado con la profundidad del vaso lagunar respecto a su entorno, en lagunas de vasos que presentan cierto desnivel respecto a su entorno, como es el caso presente, la profundidad del freático cambia de manera brusca desde el centro del vaso hacia el exterior, lo que provoca que la influencia de una mayor humedad edáfica no se aleje demasiado de éste. Por el contrario en lagunas de vasos planos la influencia sobre la humedad edáfica cambia de manera gradual, provocando una estructura de las comunidades que refleja este cambio. Estas lagunas planas en su mayoría sí presentan una orla de matorral higrófito como el brezal, zarzal o lentiscar, como es el caso de Laguna del Jigarillo que se describe a continuación.

Aparte de las consideraciones sobre la morfología del vaso lagunar, la Laguna del los Cinco Pinos se sitúa en el límite del Parque Natural, muy cercana a una finca agrícola de regadío, donde se realizan extracciones de agua del acuífero, que pueden estar mermando los aportes hídricos al humedal. Este hecho ha sido puesto de manifiesto en el informe técnico “Red de seguimiento y evaluación de humedades de Andalucía. Análisis físico-químicos y biológicos (Abril-Mayo 2007)” (<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente>), donde se hace referencia a la instalación de una electrobomba vertical para abastecimiento agrícola en las inmediaciones del sector noroeste de la laguna, junto al camino de acceso. La presencia de especies como *Dittrichia viscosa*, puede considerarse como un indicativo de un posible progresivo secado del vaso.

Laguna del Jigarillo

Esta laguna es de carácter temporal, con un vaso muy plano y poco profundo, donde los cambios en la humedad edáfica desde el centro del vaso hacia el exterior, se producen de manera más gradual que en el ejemplo anterior, permitiendo el desarrollo de comunidades de especie vivaces y de una orla de matorral de mayores requerimientos hídricos.

La catena de comunidades registrada en esta laguna, desde el interior del vaso hacia el exterior, fue la siguiente: *Junco pygmaei-Isoetum velati*, *Loto subbiflori-Chaetopogonietum fasciculati*, *Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae*.

-Prácticamente la totalidad del vaso la ocupan las comunidades de *Junco pygmaei-Isoetum velati*, ya que al ser éste muy plano, no presenta diferencias en el periodo de inundación, siendo uniforme la vegetación que se desarrolla en el mismo (Figura 10: A y B).

-Hacia el exterior, en los suelos que no están sometidos a inundación prolongada pero, que presentan una humedad edáfica alta crecen los pastizales de *Loto subbiflori-Chaetopogonietum fasciculati*, en este caso, con la presencia de taxones como *Plantago algarbiensis*, *Armeria hispalensis* y *Chamaemelum nobile*, poco frecuentes en el resto del territorio.

En la Figura 10: C se observa la diferente fenología entre las comunidades situadas en el interior del vaso de *Junco pygmaei-Isoetetum velati* y los pastizales de *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*, situados en las zonas donde la influencia de la humedad edáfica es menos prolongada.

-En los alrededores del vaso, y donde la humedad edáfica es aún alta y los suelos profundos, se desarrollan las comunidades vivaces de *Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae*.

-Por último, orlando el vaso se desarrolla una orla de matorral noble de *Asparago albi-Rhamnetum oleoidis*, testigo del buen estado de conservación en el que se encuentra este humedal. En este caso el monte negro no es la comunidad de matorral que orla al vaso lagunar, muy frecuente en el resto de lagunas temporales del territorio. Este hecho puede estar indicando que en terrenos con mayor cantidad de arcillas, como son los situados en la zona noroccidental del Parque Natural donde se encuentra esta laguna, el matorral que predomina es el *Asparago-Rhamnetum*, siendo el brezal una comunidad sabulícola estricta.

En la Laguna de la Tinajas, Laguna de las Cabras y Laguna Redonda, de características intermedias entre la Laguna del Jigarillo y la Laguna de los Cinco Pinos, se han registrado comunidades de *Peplido hispidulae-Isoetetum delilei*, que ocupan el mismo lugar en la catena que las de *Junco pygmaei-Isoetetum velati*, pero se diferencian por ser mayor el periodo de inundación al que están sometidas, y en que presentan *Isoetes setaceum*.

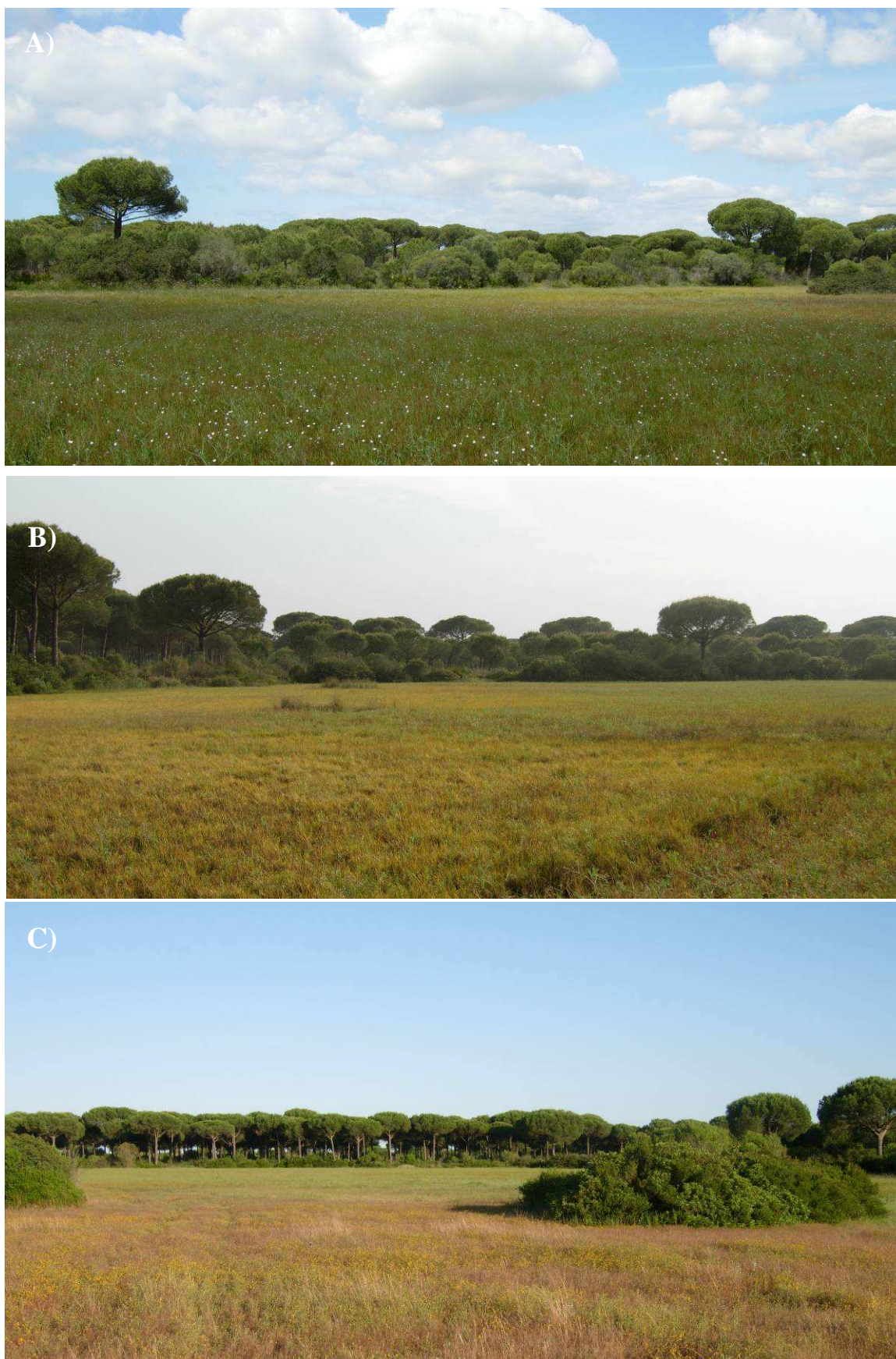


Figura 10. A) Laguna del Jigarillo en mayo de 2007; B) Aspecto del vaso lagunar en marzo de 2007; C) Aspecto del vaso lagunar en junio de 2008.

Lagunas de Moguer

En esta ocasión se trata de un complejo de lagunas situadas en zonas de recarga del acuífero con tres vasos principales, sujetos a dinámicas diferentes, uno de ellos es profundo y de aguas permanentes, otro es de aguas temporales pero que mantiene humedad en las zonas más profundas en la época de estiaje y otro que se deseca rápidamente (Figura 11: A), cada uno de ellos con comunidades adaptadas a éstas diferencias. Como en los casos anteriores, sus aguas son oligotrofas y temporales.

En general la catena de comunidades que se ha registrado en este humedal, desde el exterior del vaso hacia el interior, es la siguiente: *Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae*, *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*, *Junco emmanuelis-Eleocharitetum multicaulis*, *Eryngio corniculati-Preslietum cervinae*, *Schoenoplectetum corymbosi*, *Typho angustifoliae-Phragmitetum australis*.

-En las zonas no inundadas pero influenciadas por una humedad edáfica alta, se desarrollan manchas de *Imperata cylindrica* (Figura 11: B) y comunidades vivaces de *Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae*.

-Seguidas se sitúan los pastizales anuales de *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*, como en ocasiones anteriores, en las zonas de elevada humedad edáfica, pero sin encharcamiento prolongado, enriquecidos en algunas zonas con *Schoenus nigricans*. (Figura 11: C).

-En las zonas más profundas de la llanura inundable, situadas alrededor de los vasos, donde la inundación es corta, se desarrollan las comunidades de *Junco emmanuelis-Eleocharitetum multicaulis*.

-Hacia el interior del vaso, donde este periodo de inundación se prolonga se desarrollan las comunidades de *Eryngio corniculati-Preslietum cervinae*. Esta comunidad se presenta tan sólo en el vaso que se deseca más rápidamente.

-En el vaso situado en el noreste del complejo (Figura 11: C), en las zonas de mayor profundidad, donde el periodo de inundación es de mayor duración, crecen dos comunidades prácticamente monoespecíficas, que forman un cinturón muy bien delimitado, situándose las de *Schoenoplectetum corymbosi* en la franja más exterior y las de *Typho angustifoliae-Phragmitetum australis* dominadas por *Schoenoplectus lacustris* en la banda más interior. Estas comunidades se sitúan en las zonas del vaso, que tras la desecación conservan una humedad edáfica alta durante más tiempo, y son las primeras en recibir agua tras el periodo de lluvias.

-Además se han registrado comunidades de *Potametetum lucentis*, flotando en la superficie, de uno de los vasos, comunidades de *Lemnetum gibbae* entre los individuos de *Schoenoplectus corymbosi* y *Schoenoplectus lacustris*, y comunidades sumergidas de *Charetea* dominadas por *Nitella translucens*.

Como se observa en la Figura 11: A, los vasos no están rodeados por una orla de matorral, tan sólo existe una isla entre dos de los vasos donde se desarrolla un matorral dominado

por *Ulex australis* acompañado por algunos pinos de gran porte, y donde el brezo característico del monte negro *Erica scoparia* está ausente.



Figura 11. A) Vista aérea de las Lagunas de Moguer (foto tomada de Google Earth); B) Detalle de del vaso situado más al sur del complejo en mayo de 2008; C) Detalle del vaso lagunar situado más al norte en mayo de 2008.

Laguna del Acebuche Las Palomas

Este tipo de lagunas es muy frecuente en la Reserva Biológica y Parque Nacional, se trata de vasos lagunares higroturbosos, temporales, en los que la capa freática está muy cercana a superficie durante todo el año, los suelos son profundos y ricos en materia orgánica, aunque en muchas ocasiones no se forme lámina de agua. En la Figura 10: A, se muestra una vista aérea de la laguna. Este humedal presenta asimetría en la estructuración de las comunidades que lo integran, es decir las bandas de vegetación no son concéntricas. Este hecho se debe, a que las descargas de agua freática no son iguales, siendo más abundantes en la parte de la laguna que presenta un escalón mayor del borde al vaso lagunar, donde además crecen los alcornoques que orlan al vaso.

La catena de comunidades que se ha registrado en este humedal, desde el exterior hacia el interior del vaso, ha sido la siguiente: *Galio palustris-Juncetum maritimi*, *Junco emmanuelis-Eleocharitetum multicaulis*, *Anagallido tenellae-Juncetum bulbosi*, *Scirpo fluitans-Juncetum heterophyli*, *Juncetum rugoso-effusi*.

-La elevada humedad edáfica, permite el desarrollo de una orla de brezal higrófito *Erico scopariae-Ulicetum australis*, que rodea el vaso en la zona donde el freático está más cercano a superficie, en esta ocasión acompañado por algunos ejemplares de alcornoques de gran porte (ver Figura 12: C). En la parte del vaso más plano las comunidades higrófitas contactan directamente con el monte blanco (ver Figura 12: B).

-En el cinturón de vegetación más alejado del vaso, situado en la zona más llana, pero que puede ser susceptible de inundaciones temporales se desarrolla un juncal de *Galio palustris-Juncetum maritimi*.

-El otro tipo de juncal hidrófilo (*Juncetum rugoso-effusi*), se presenta en el borde de las zonas que presentan un mayor desnivel y donde los aportes de aguas de descarga son mayores y más constantes, lo que permite el desarrollo de comunidades más hidrófilas, como lo son estos juncales. En estos puntos del vaso se suelen encontrar los zacallones, ya que el agua aflora más rápidamente a superficie. En la Figura 12: B y C se muestran dos imágenes de estas zonas del vaso.

-Cuando estas zonas más profundas se desecan, se desarrollan los pequeños juncales de *Anagallido tenellae-Juncetum bulbosi*.

-En las zonas de mayor encharcamiento, con respecto a los juncales dominados por *Juncus maritimus*, se desarrollan los juncales de mediana talla de *Junco emmanuelis-Eleocharitetum multicaulis* que presentan una elevada cobertura de *Agrostis stolonifera*.

-En los lugares donde el encharcamiento se prolonga durante más tiempo, crecen los juncales pertenecientes a la asociación de *Scirpo fluitantis-Juncetum heterophyli*.

En algunos de los vasos lagunares con características similares, pero sometidos a un grado de perturbación mayor, se ha registrado la comunidad de *Callitricho brutiae-Ranunculetum peltati*. Se desarrollan en las zonas del vaso con síntomas de nitrificación que permanecen húmedas tras la desecación del mismo.

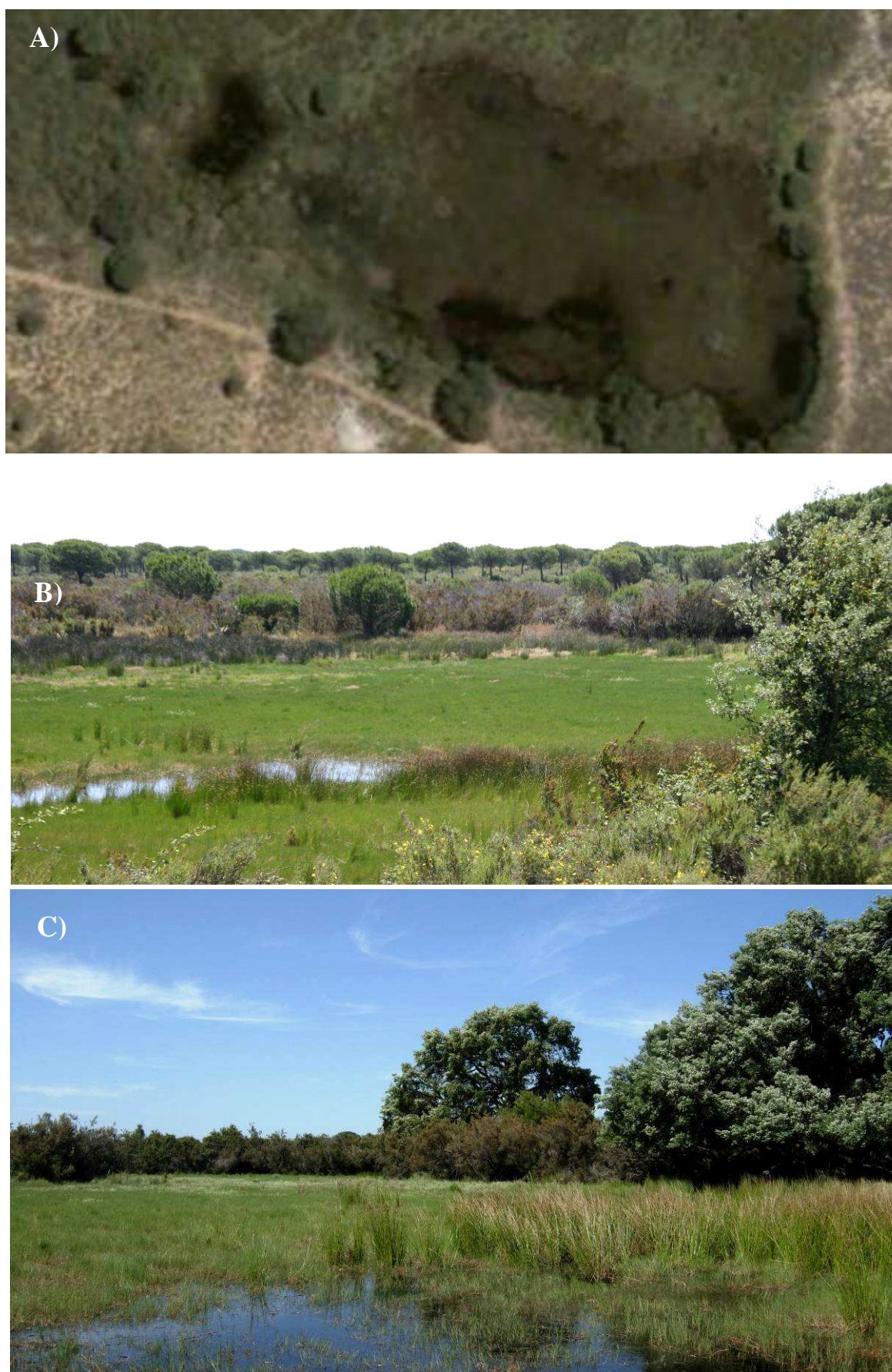


Figura 12. A) Vista aérea de la Laguna del Acebuche Las Palomas (fotografía tomada de Google Earth); B) Vista general del vaso lagunar en junio 2007; C) Foto de detalle del vaso en junio 2007.

Laguna del Acebuche

Según Custodio & Palancar (1995) el conjunto de lagunas de Las Pajas, El Acebuche y el Huerto, son residuos de un valle fluvial, muy suave que ha sido modificado por el avance de las dunas. Se trata de lagunas de grandes vasos, que en el pasado fueron permanentes y que en la actualidad, dos de ellos funcionan como temporales, Las Pajas y el Huerto. El régimen hídrico de la Laguna del Acebuche se mantiene de manera artificial, aunque el vaso se deseca en la época de estiaje, permitiendo que se desarrollen muchas de las comunidades de verano. Obsérvese la diferencia entre las fotografías B y C de la laguna, realizadas en junio y la fotografía aérea A realizada en el mes de abril, en la Figura 13.

Como en otras ocasiones, ésta laguna presenta una asimetría en base a las diferencias de profundidad que existen en el vaso. En la zona norte, la profundidad es mayor por lo tanto se retiene el agua durante más tiempo, lo que permite el desarrollo de diferentes comunidades dominadas por grandes helófitos de la clase *Phragmito-Magnocaricetea* (Figura 13: B y C), que se alternan según la duración del periodo de inundación.

-Así, en los bordes húmedos de la laguna se forman comunidades densas de *Typha angustifoliae-Phragmitetum australis*, pertenecientes a los tres tipos descritos en el apartado de descripción de comunidades, espadañares (dominadas por *Typha latifolia*), carrizales (dominados por *Phragmites australis*) y bayuncares (dominados por *Scirpus lacustris*), además de masas densas de *Cladietum marisci*. Los espadañares se sitúan en zonas más cercanas al vaso, que pueden estar inundadas gran parte del año, al igual que los bayuncares. Los carrizales parecen ocupar posiciones un poco más alejadas, pero en contacto con las anteriores. Lo mismo ocurre con las comunidades dominadas por *Cladium mariscus*.

-En los charcones que conservan agua durante más tiempo, se han registrado comunidades de carófitos pertenecientes a *Charetum conniventis*.

-Más cercanas al vaso, se desarrollan las comunidades de *Schoenoplectetum corymbosi*.

-Hacia la zona sur, el vaso es plano y presenta una profundidad menor, dando lugar a una llanura arenosa con cierto contenido en arcilla de rápida desecación, que se desarrolla tras la desaparición de la lámina de agua. En esta llanura arenosa, a principios de la época de estiaje, se desarrollan comunidades de verano como la comunidad de *Fymbristilis bisumbellata* y la comunidad de *Schoenoplectus erectus*.

Como se puede observar en la Figura 13: A, este humedal presenta repartidas por el vaso islas arenosas que no llegan a inundarse, donde la vegetación que se desarrolla es de carácter menos hidrófilo.

-En estos pequeños islotes arenosos se presentan comunidades de *Molinio-Arrhenateretea*, donde *Scirpoides holochoenus* domina acompañado por un cortejo anual de especies en su mayoría pertenecientes a *Isoeto-Nanojuncetea*.

-En los islotes de mayor tamaño, existen pinares con matorral serial, comunidades independientes de la serie edafohigrófila de la laguna. En la Figura 13: A se incluye una

vista aérea de la laguna, con el vaso lagunar lleno, donde se observan las islas arenosas, que no sufren inundación.

-Por último, en la orilla sur de la laguna (Figura 13: B y C), se desarrolla una chopera dominada por *Populus alba*, probablemente producto de una repoblación.

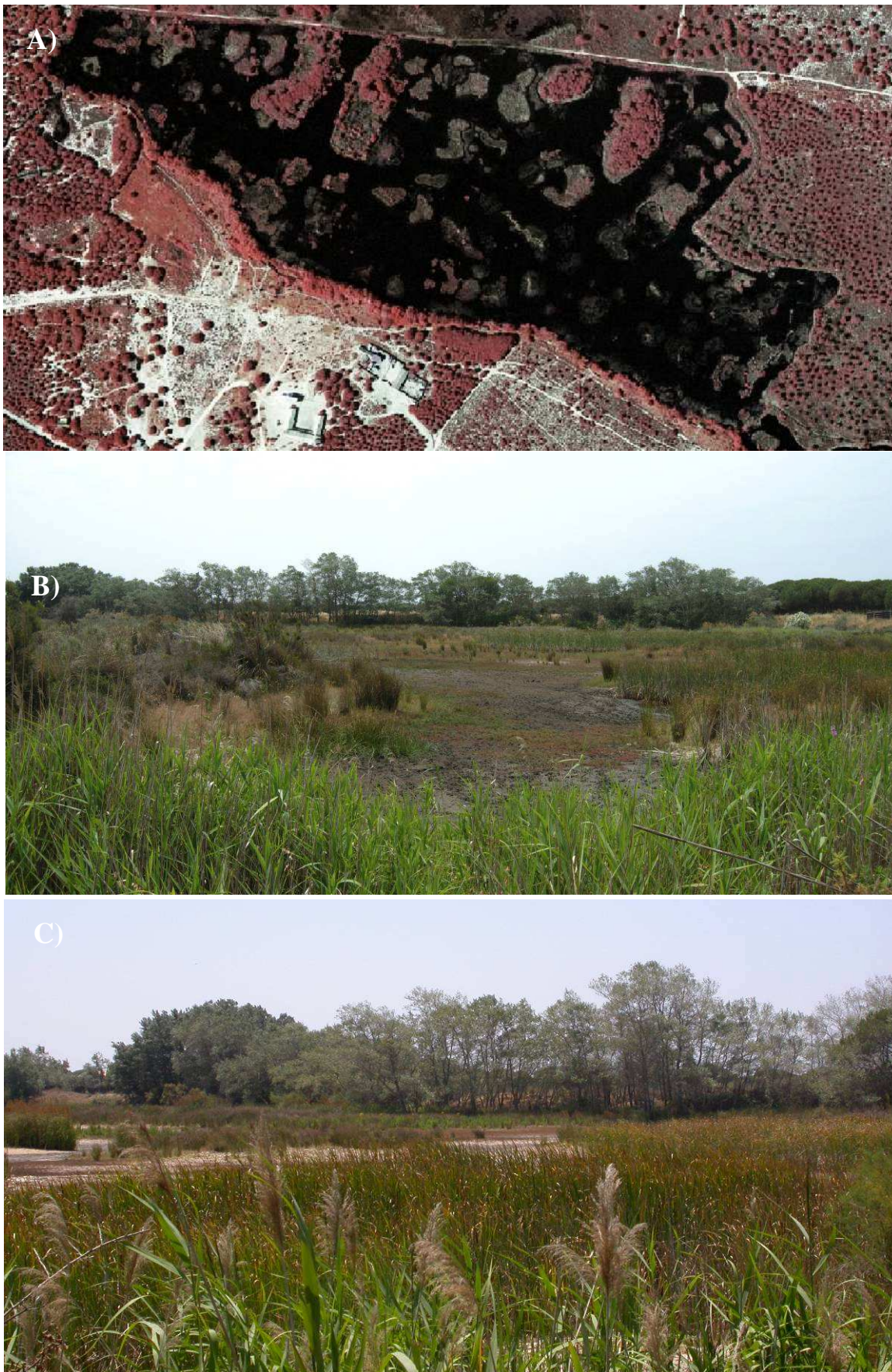


Figura 13. A) Vista aérea de la Laguna del Acebuche (fotografía en falso color cedida por la Consejería de Medio Ambiente, vuelo de abril del año 2004); B) y C) Aspecto de la laguna en junio de 2007.

Laguna del Taraje

Esta laguna presenta características, tanto en su hidroquímica como en su hidrodinámica, que dan lugar a la convivencia de un conjunto de comunidades vegetales, no muy frecuente en el resto del territorio de las arenas estabilizadas. Según Muñoz-Reinoso (1995) el agua freática que la caracteriza está cargada de carbonatos y en menor medida por sodio. Respecto a su hidrodinámica, este autor la describe como una laguna de las denominadas peridunares, alimentada con aguas de distintas procedencias, donde predominan las aguas subterráneas (acuífero dunar y acuífero regional) sobre las superficiales (escorrentía y precipitación). Las diferencias entre la Laguna del Taraje y el resto de las peridunares radican, en la mayor o menor importancia de las descargas regionales frente a las procedentes del acuífero dunar, siendo estas últimas de mayor relevancia en el presente caso. Estas diferencias provocan que la Laguna del Taraje sea temporal, presentando una vegetación adaptada a esta temporalidad de las aguas, como lo evidencia la presencia del tarayal, mientras que las otras dos son de aguas permanentes no siendo susceptible el vaso de ser colonizado por el mismo tipo de vegetación, al permanecer inundado todo el año.

La mayor mineralización de las aguas, así como su mayor temporalidad respecto a otras lagunas como la de Santa Olalla o Laguna Dulce, hace que se presenten un conjunto de comunidades vegetales, donde aparecen algunas propias de series subhalófilas, en contacto con otras típicas de los suelos arenosos húmedos de aguas dulces. En la Figura 14: A se muestra una vista aérea de la laguna.

Se ha registrado dos series o catenas de vegetación en dicho humedal, dependiendo de la influencia halófila de sus aguas. En los bordes no halófilos donde la inundación se produce durante un corto periodo aparece la siguiente catena de comunidades, desde las zonas de menor humedad a las de mayor inundación: *Galio palustris-Juncetum maritimi*, *Loto subbiflori-Chaetopogonietum fasciculati*, Comunidad de *Agrostis stolonifera* y *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris*. Este conjunto de comunidades se puede observar en la Figura 14: C.

-Orlando a la laguna se presentan un brezal o monte negro.

-En los bordes del vaso, en las zonas donde el encharcamiento es posible, pero durante un periodo corto y en los años más lluviosos, se sitúan los juncales de *Galio palustris-Juncetum maritimi*.

-En contacto con estos juncales se sitúan los pastizales de *Loto subbiflori-Chaetopogonietum fasciculati*, los cuales, cuando el encharcamiento es ligeramente mayor, se convierten en pastizales de *Plantaginetales majoris*, donde *Agrostis stolonifera* forma un denso tapiz favorecido por el pisoteo y nitrificación de los herbívoros.

-En las zonas donde el periodo de inundación se prolonga se encuentran las comunidades helofíticas de *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris*.

En la zona con mayor influencia halófila, que se desarrolla en las partes del humedal donde el periodo de inundación es mayor, se ha registrado la siguiente catena de comunidades, desde el exterior hacia el interior: *Agrostio stoloniferae-Tamaricetum canariensis*,

Hainardio cylindricae-Lophochloetum hispidae, *Suaedo splendidis-Salicornietum patulae*.

-En las formaciones de tarayales que rodean el vaso domina la presencia de *Tamarix canariensis*, aunque también existen algunos ejemplares de *Tamarix africana*. Rivas-Martínez & al. (1980) adscriben estas formaciones a la asociación *Polygono equisetiformis-Tamaricetum africanae*, en el presente trabajo se han adscrito a la asociación, descrita posteriormente de *Agrostio stoloniferae-Tamaricetum canariensis*, dada la dominancia que *T. canariensis* presenta en la formación. Estos tarayales se pueden observar en la Figura 14: B, en contacto con la lámina de agua, bajo la cual se presentan numerosos rebrotes de estos árboles.

-Los pastizales de *Hainardio cylindricae-Lophochloetum hispidae* se sitúan en las zonas con una inundación temporal menos acusada que los pastizales de *Suaedo splendidis-Salicornietum patulae* y donde la nitrificación es mayor.

-Los pastizales de *Suaedo splendidis-Salicornietum patulae*, se desarrollan tras la desecación del vaso, en las zonas donde el periodo de inundación es mayor y la nitrificación menor.

-Por último en los charcones donde la lámina de agua permanece durante más tiempo, se desarrollan comunidades de *Charetea*, dominadas por *Chara fragifera* y *Chara connivens*.

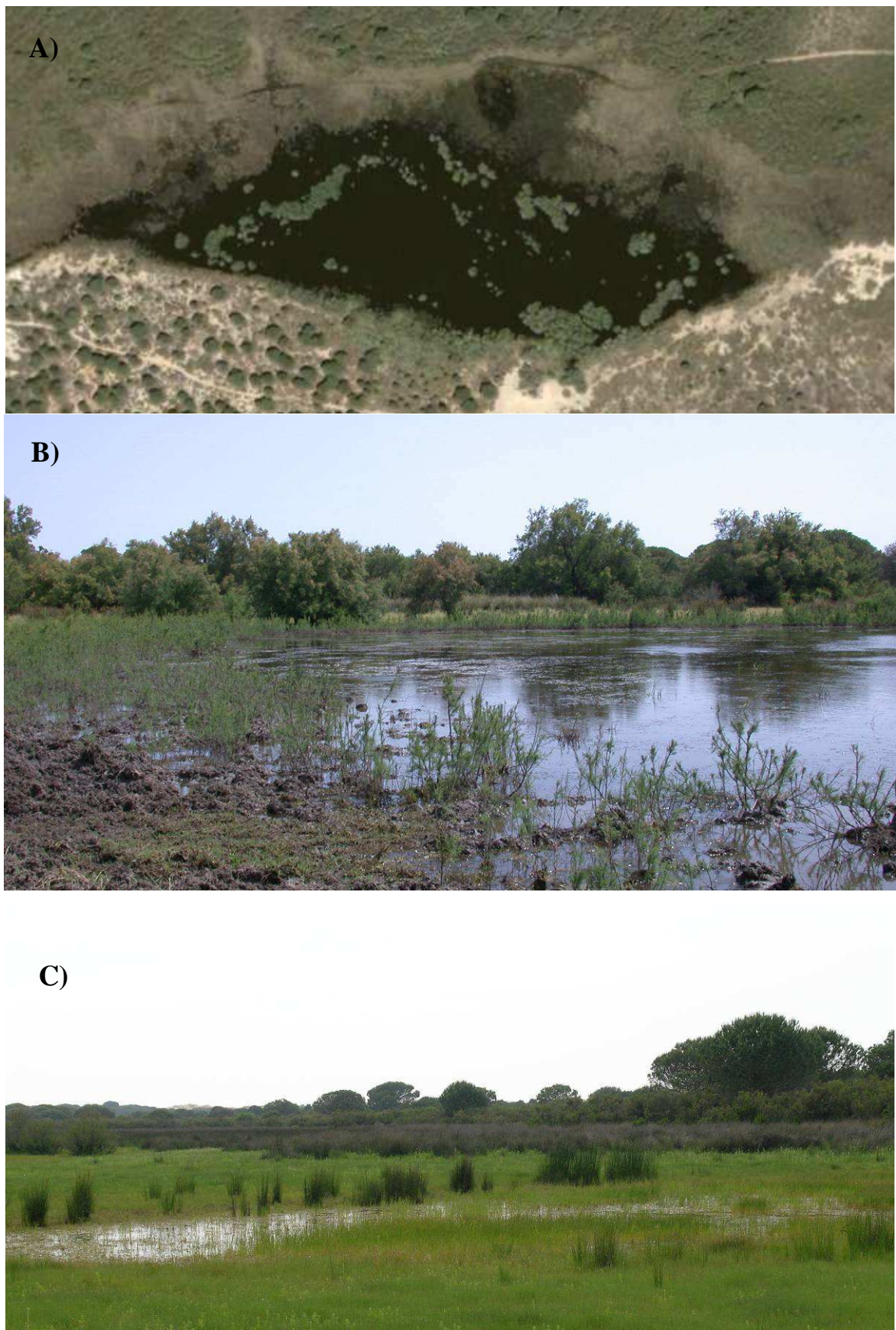
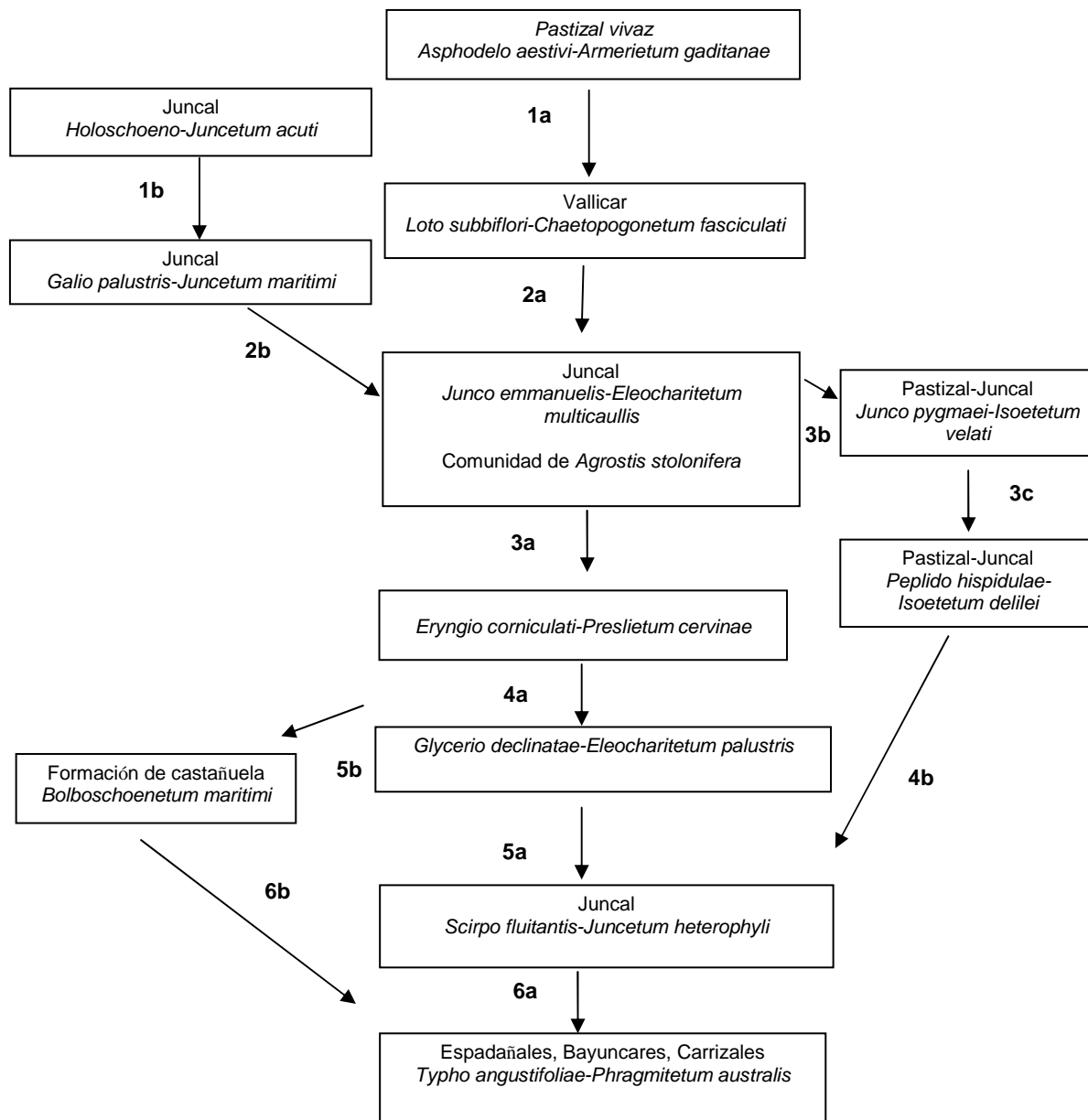


Figura 14. A) Vista aérea de la Laguna del Taraje (fotografía tomada de Google Earth); B) Detalle de la parte del vaso donde predomina la vegetación halófila en junio de 2006; C) Detalle del vaso donde predomina la vegetación típica de aguas dulces en junio de 2006.



Esquema 1. Serie edafohigrófila de los humedales temporales. **1a.** Aumento de la humedad edáfica y periodo de encharcamiento. **1b.-** Aumento de la humedad edáfica, lugares sujetos a encharcamiento temporal. **2a., 2b.-** Incremento del periodo de inundación. **3a.-** Periodo de inundación más prolongado, lugares inundados desde el comienzo de las lluvias hasta principios de la época de estiaje. **3b.-** Igual que en 3a pero con presencia de *Isoetes*. **3c.-** Presencia de *Isoetes* y periodo de inundación ligeramente superior a las situaciones 3a y 3b. **4a.-** Incremento de la duración de la lámina de agua, situación muy frecuente en la vera, con menor frecuencia en lagunas temporales. **4b.-** Situación similar a 4a pero ligada exclusivamente a humedales temporales oligotrófos. **5a.-** Incremento de la duración de la lámina de agua, frecuente en las lagunas temporales. **5b.-** Ligero aumento de la salinidad y del contenido en elementos finos del suelo. **6a y 6b.-** Permanencia de la lámina de agua durante más tiempo, son los lugares que se inundan antes y se desecan más tarde, conservando durante la época de estiaje una alta humedad edáfica.

Lagunas permanentes

Como se ha indicado con anterioridad, este tipo de humedales es escaso en el área de estudio, estando representado por tres lagunas: Laguna del Sopotón, Laguna Dulce y Laguna de Santa Olalla.

Laguna Dulce y Santa Olalla

Pertencen al grupo de lagunas denominadas peridunares, cuya recarga depende en gran medida de descargas regionales del acuífero y de las provenientes del acuífero dunar, siendo las primeras de mayor importancia, según Muñoz-Reinoso (1996). Al igual que la Laguna del Taraje, sus aguas son ricas en carbonatos y en sodio, aunque los valores que presentan estos dos parámetros, según los datos que aporta Muñoz-Reinoso (1996), son mayores en Laguna Dulce y Santa Olalla. Se trata de humedales con vasos lagunares grandes y profundos, de aguas permanentes y con mayor cantidad en sales que el resto de las presentes en las arenas estabilizadas.

En la Figura 15 (A, B y C) se pueden observar distintas visiones de Laguna Dulce, así como la cercanía del sistema dunar del que recibe parte de las descargas que alimentan el vaso.

La catena de comunidades asociada a Laguna Dulce sigue el esquema que se transcribe a continuación: *Holoschoeno-Juncetum acuti*, *Galio palustris-Juncetum maritimi*, *Juncetum rugoso-effusi*, *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae*.

-Como en casos anteriores, el área de influencia de una mayor humedad edáfica permite el desarrollo de matorrales exigentes en humedad cercanos, que orlan la laguna como los brezales (*Erico scopariae-Ulicetum australis*) y los zarzales (*Lonicero hispanicae-Rubetum ulmifolii*).

-Tras el matorral, se desarrolla el cinturón de vegetación correspondiente a los juncales higrófilos, donde las comunidades de *Holoschoeno-Juncetum acuti* se desarrollan alejadas de la lámina de agua, sobre suelos húmedos pero no sujetos a inundación, las comunidades de *Galio palustris-Juncetum maritimi* lo hacen más cercanas a la orilla, donde durante un corto periodo pueden inundarse; y por último los juncales de *Juncetum rugoso-effusi* se desarrollan en las zonas donde esta inundación puede prolongarse durante más tiempo.

-Poco desarrolladas en este humedal, se han registrado manchas de *Schoenoplectus lacustris*, en las zonas donde el periodo de inundación es mayor, pero que no presentan una mayor profundidad.

-En las orillas y debido a la acción del ganado, se forman céspedes dominados por *Cynodon dactylon*, muy nitrificados dando lugar a comunidades pobres en especies de *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae*.

-En algunos de los charcones inundados cercanos a la orilla y con signos de nitrificación, se han registrado comunidades de *Callitricho stagnalis-Ranunculetum saniculifolii*.

-En la lámina de agua se forman comunidades flotantes de *Myriophyllo alterniflori-Callitrichetum brutiae* y *Myriophyllo alterniflori-Potametum trichoidis*.

En la Laguna de Santa Olalla se repite a grandes rasgos este esquema, con algunas diferencias que se comentan a continuación. Entre los brezales y los primeros juncuales hidrófilos se desarrollan comunidades de vivaces de *Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae*, en cuyo cortejo florístico se han registrado muchas especies características de las comunidades anuales de *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*.

Por otro lado, en los céspedes ligados a las orillas, muy pisoteados y nitrificados por el ganado, se han registrado comunidades de dos gramíneas alóctonas invasoras como *Paspalum paspalodes* y *Paspalum vaginatum*, en sustitución de los céspedes de *Trifolium resupinati-Caricetum chaetophyllae*, que deberían desarrollarse si el grado de perturbación fuera menor.

En esta laguna no se han registrado las comunidades de *Myriophyllo alterniflori-Callitrichetum brutiae* y *Myriophyllo alterniflori-Potametum trichoidis*, presentes en Laguna Dulce.

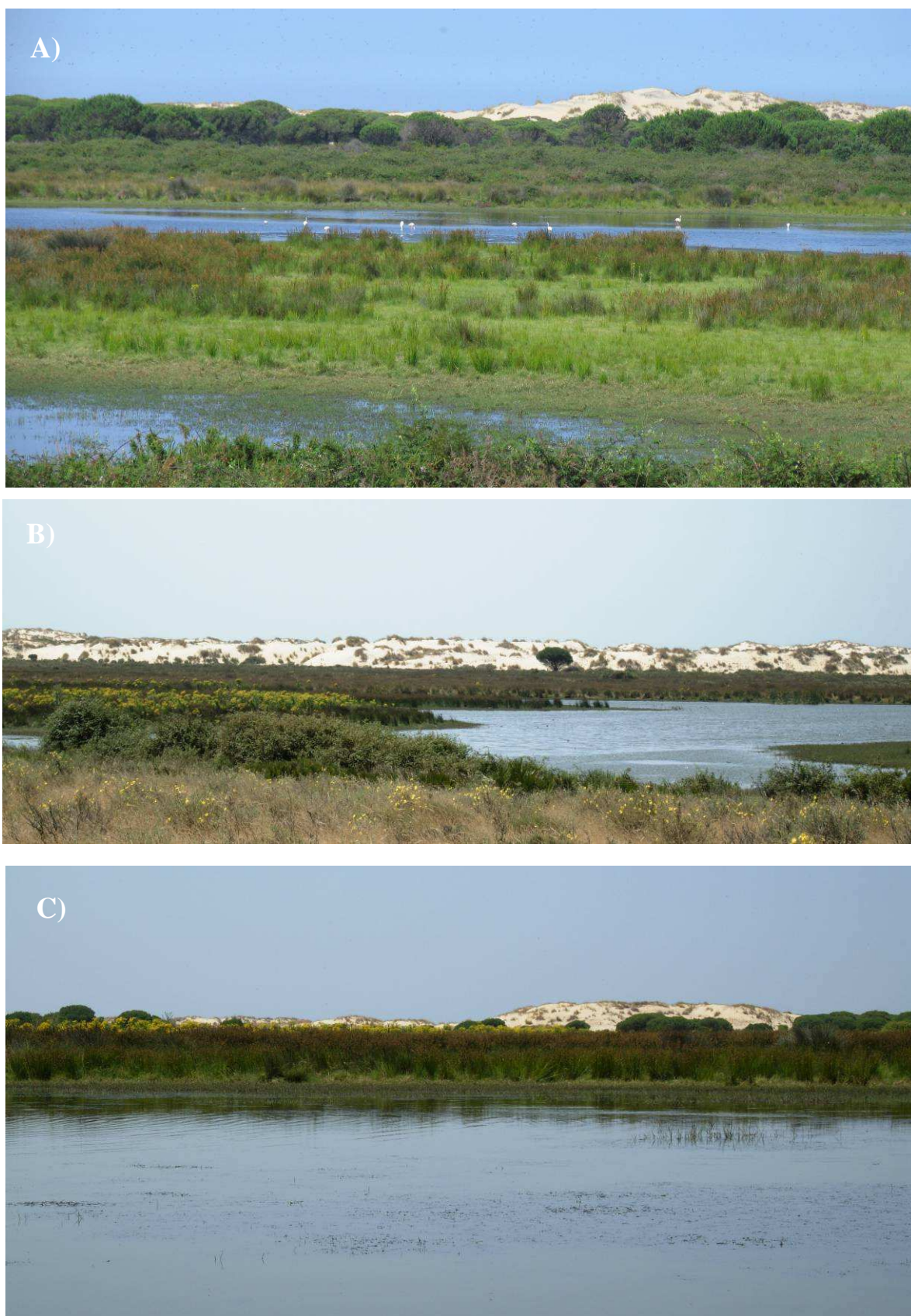


Figura 15. A), B) y C) Distintas perspectivas de Laguna Dulce en julio de 2006, perteneciente al conjunto de lagunas peridunares presente en la Reserva Biológica.

Laguna del Sopotón

Esta laguna se localiza cercana a la marisma, presenta un vaso lagunar grande y profundo, y es la laguna que presenta mayor diversidad de comunidades vegetales de las presentes en el área de estudio.

La catena de comunidades que se ha registrado en dicha laguna, desde el exterior hacia el interior del vaso, sigue el siguiente esquema: *Holoschoeno-Juncetum acuti*, *Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae*, *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*, *Galio palustris-Juncetum maritimi*, *Juncetum rugoso-effusi*, *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae*, *Typho angustifoliae-Phragmitetum australis*, *Irido pseudacori-Polygonetum serrulati*.

-En los alrededores de la laguna, influenciados por una humedad edáfica alta durante gran parte del año se desarrollan comunidades de matorral noble (*Asparago albi-Rhamnetum oleoidis*) y zarzales con madreSelvas (*Lonicero hispanicae-Rubetum ulmifolii*), que forman la orla leñosa del humedal. También se han registrado algunas formaciones arboladas dominadas por *Populus alba*, donde la mayoría de los ejemplares parecen ser producto de repoblaciones. Estas comunidades se pueden observar en la Figura 16 (A, B y C).

-En los huecos entre el matorral se han registrado comunidades de vivaces pertenecientes a *Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae*.

-Tras las orla arbustiva, se instalan los juncales hidrófilos, siguiendo el esquema comentado para otras lagunas, donde las comunidades de *Holoschoeno-Juncetum acuti*, (Figura 16: B) son las que se encuentran más alejadas del vaso, en lugares donde no se produce encharcamiento o este es muy puntual; en las zonas sujetas a encharcamientos poco prolongados se sitúan los juncales dominados por *Juncus maritimus* (*Galio palustris-Juncetum maritimi*), y en zonas con encharcamientos prolongados, sobre suelos que presentan una gran hidromorfía se instalan los de *Juncetum rugoso-effusi* (Figura 16: A).

-Entre los huecos de los juncales se han registrado pastizales de pequeña talla de *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati* o de *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae*, siendo los primeros los situados en zonas de menor humedad y los segundos entre los huecos de los juncales más hidrófilos.

-En el interior del vaso, en los charcones más profundos cercanos a la orilla, se desarrollan manchas, prácticamente monoespecíficas de *Schoenoplectus lacustris*.

-En la lámina de agua se forman manchas densas de *Iris pseudacorus*, adscritas a la comunidad de *Irido pseudacori-Polygonetum serrulati*. Estas comunidades se pueden observar en la Figura 16: A y C.

-De nuevo en la lámina de agua, no muy alejadas de la orilla, se han registrado comunidades de *Potametum lucentis*, y *Potametum pectinati*, éstas últimas se encuentran sumergidas, conviviendo con otras como las de *Zannichellietum pedicellatae*, *Charetum conniventis* y *Charetum asperae*.

-Por último, flotando en superficie cercanas a la orilla, se han registrado comunidades de *Ricciocarpum natantis*, aunque la cobertura de este briófito no es elevada.

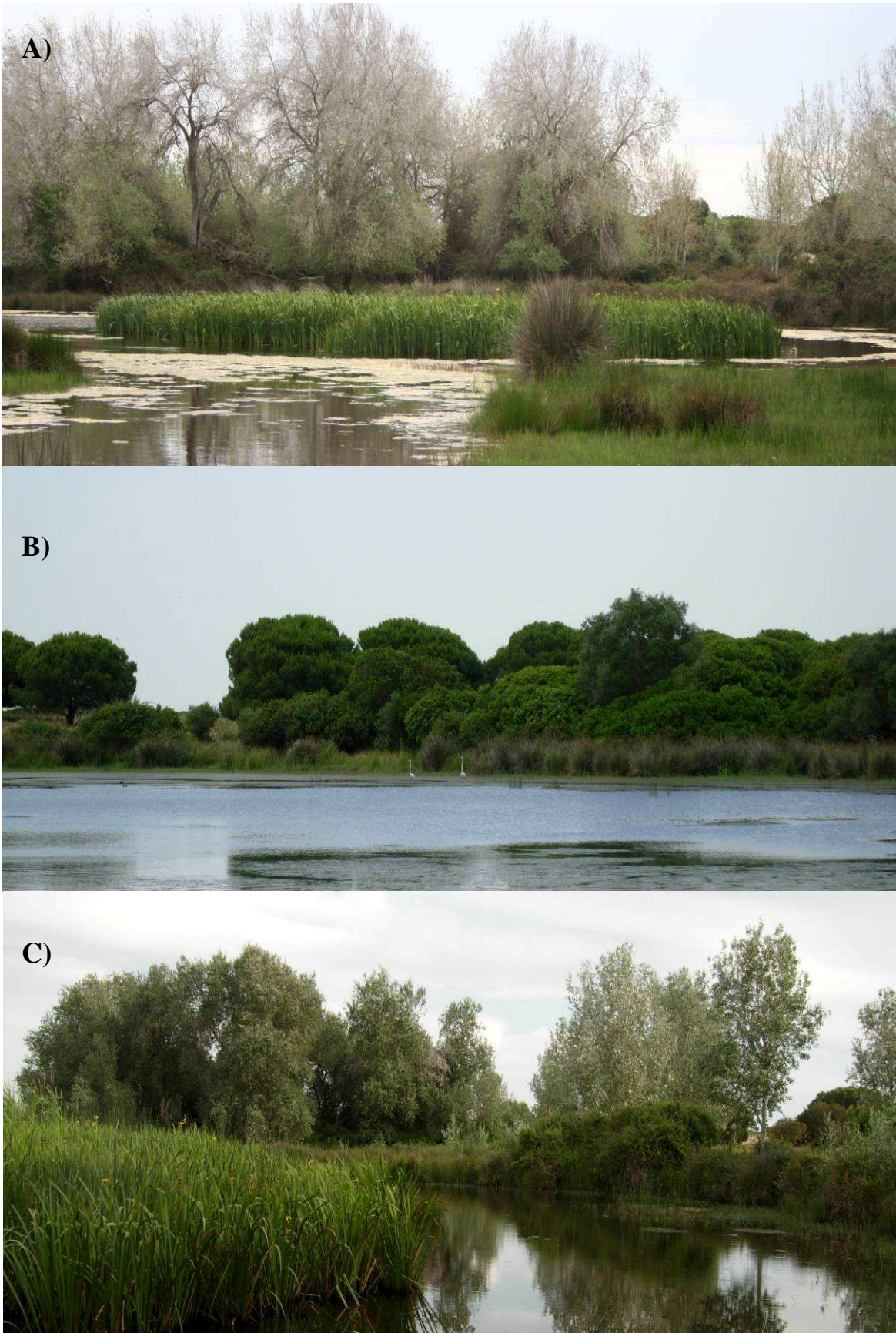


Figura 16. A), B) y C) Distintas vistas del humedal de aguas permanentes, conocido como Laguna del Sopotón. Fotografías realizadas en mayo de 2005 (A); junio de 2006 (B) y julio de 2007 (C).

3.4.1.2. Turberas

Las formaciones de turberas mejor conservadas del área de estudio, se encuentran en el ámbito del Parque Natural, como son el complejo de Ribetehilos, las lagunas del Saladillo, la Laguna del Ojuelo, la Laguna del Peladillo y la Laguna del Conde. Como ejemplo de la vegetación ligada a estos medios, se mostrará el complejo de Ribetehilos, por ser en el que se ha detectado una mayor diversidad de comunidades vegetales.

El complejo de Ribetehilos según Custodio & Palancar (1995), al igual que la laguna del Acebuche, las Pajas y el Huerto, representan el residuo de un valle fluvial, muy suave, que ha sido modificado a lo largo del tiempo por el avance de las dunas. Se sitúa en la zona de contacto entre dos manto eólicos (manto II y III), en zonas de recarga del acuífero, aunque según se verá más adelante, es probable que también reciba agua de las descargas regionales del acuífero, presentando un origen mixto.

Dicho complejo, lo forman un enjambre de lagunas dispuestas en dirección oeste-este, que presentan grandes diferencias entre la parte norte y la parte sur. Esta polarización, norte-sur, tiene su origen en las diferencias existentes en los aportes de agua al complejo. En la imagen (Figura 17: A) se puede observar como las zonas más húmedas, donde se agrupan los charcones con mayor periodo de inundación, se sitúan en la zona sur, donde se producen las descargas del acuífero por la diferencia de topografía en el terreno. En la zona norte, las diferencias topográficas son más suaves, dando lugar a zonas húmedas de recarga del acuífero, y en las que, en la época de mayor precipitación discurren las aguas hacia los vasos de las turberas, en dirección norte-sur. El resultado es un acúmulo de agua proveniente tanto de la escorrentía, como de las descargas del acuífero que da lugar al complejo de lagunas, que actúa como colector, al situarse en una pequeña depresión topográfica.

Estas diferencias en los aportes hídricos, se reflejan en la vegetación de manera que la catena de comunidades es diferente según se realice el corte desde la zona norte al interior del vaso, o bien desde la zona sur hacia el interior del vaso. Se presenta de manera sintética la sucesión de comunidades en el Esquema 2.

El conjunto de comunidades que se ha registrado en la zona sur, desde el borde del vaso hacia el interior, se puede resumir en el siguiente esquema: *Phillyreo angustifoliae-Arbutetum unedonis*, *Viti viniferae-Salicetum atrocinnereae*, *Erico ciliaris-Ulicetum minoris*, *Hyperico elodis-Molinietum arundinaceae*, *Juncetum rugoso-effusi*, *Junco emmanuelis-Eleocharitetum multicaulis*, *Anagallido tenellae-Juncetum bulbosi*, *Hyperico elodis-Potametum oblongi*.

Si se realiza desde el norte del complejo hacia el vaso la catena de comunidades es la siguiente: *Erico scopariae-Ulicetum minoris*, *Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae*, *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*, *Erico ciliaris-Ulicetum minoris*, *Hyperico elodis-Molinietum arundinaceae*, *Juncetum rugoso-effusi*, *Junco emmanuelis-Eleocharitetum multicaulis*, *Anagallido tenellae-Juncetum bulbosi*, *Hyperico elodis-Potametum oblongi*.

-Según Muñoz-Reinoso (1996), en general, las comunidades de mayores requerimientos hídricos, se sitúan en áreas donde las descargas regionales del acuífero son más constantes. Los madroñales y los helechales dominados por *Pteridium aquilinum* existentes en algunos de los bordes de los vasos de estas turberas, en lugares con una humedad edáfica alta gran parte del año pero sin encharcamiento, son testigo de las descargas regionales que recibe este complejo de turberas. Estas formaciones son más o menos frecuentes en la zona sur del complejo, coincidiendo con el contacto entre los dos mantos eólicos, que genera una ligera pendiente, permitiendo el flujo subterráneo de agua, sin estancamiento.

De manera muy fragmentaria se desarrollan saucedas en el borde de algunos vasos, donde los aportes de aguas subterráneas son continuos. Estos presentan una composición específica muy diferente a las registradas en los sotos, lugares donde estas comunidades alcanzan su óptimo desarrollo. Lo que sí es frecuente en las turberas más húmedas del área de estudio, es la presencia de brotes de sauces dispersos en los bordes del vaso, adquiriendo alguno de ellos un tamaño considerable como se puede observar en la Figura 17: B.

-A continuación se presentan los brezales de turberas, representados por la comunidad de *Erico ciliaris-Ulicetum minoris*, en las zonas donde se puede producir durante la época más húmeda una saturación hídrica del suelo, aunque no llegue a reflejarse en un encharcamiento superficial. En la Figura 17: B se observa el contacto entre los brezales higrófilos situados en el vaso de la turbera, y los helechales dispuestos en la orla de la turbera.

-En el interior del vaso de turbera, donde sí es frecuente que durante algunos meses del año se produzcan encharcamientos prolongados, se desarrollan las comunidades de *Hyperico elodis-Schoenetum nigricantis*, dominadas por especies vivaces cespitosas. En la Figura 17: C se pueden observar estas comunidades dispuestas en el vaso de la turbera, en contacto con los brezales de monte negro.

-Entre los huecos que dejan las grandes cepas de las especies características de la comunidad anterior, la erosión del suelo y el encharcamiento es mayor, dando lugar al desarrollo de comunidades pertenecientes a la clase *Isoeto-Littorelletea*, como *Hyperico elodis-Potametum oblongi*, en las zonas donde el encharcamiento es más prolongado, o los pequeños juncuales de *Junco emmanuelis-Eleocharitetum multicaulis*, donde el encharcamiento es menor.

-Los pequeños juncuales de *Anagallido tenellae-Juncetum bulbosi*, se sitúan también en los huecos que dejan las especies vivaces cespitosas, completando el mosaico de pequeñas comunidades higrófitas, siendo las que menor humedad edáfica requieren para su desarrollo, respecto a las dos anteriores.

-Por último en este complejo entramado de comunidades hidrófilas, en algunos vasos donde se forman pequeños charcones más profundos y en los que el periodo de inundación es mayor, se pueden encontrar juncuales de *Juncetum rugoso-effusi*, siempre en contacto con las zonas de descarga del acuífero.

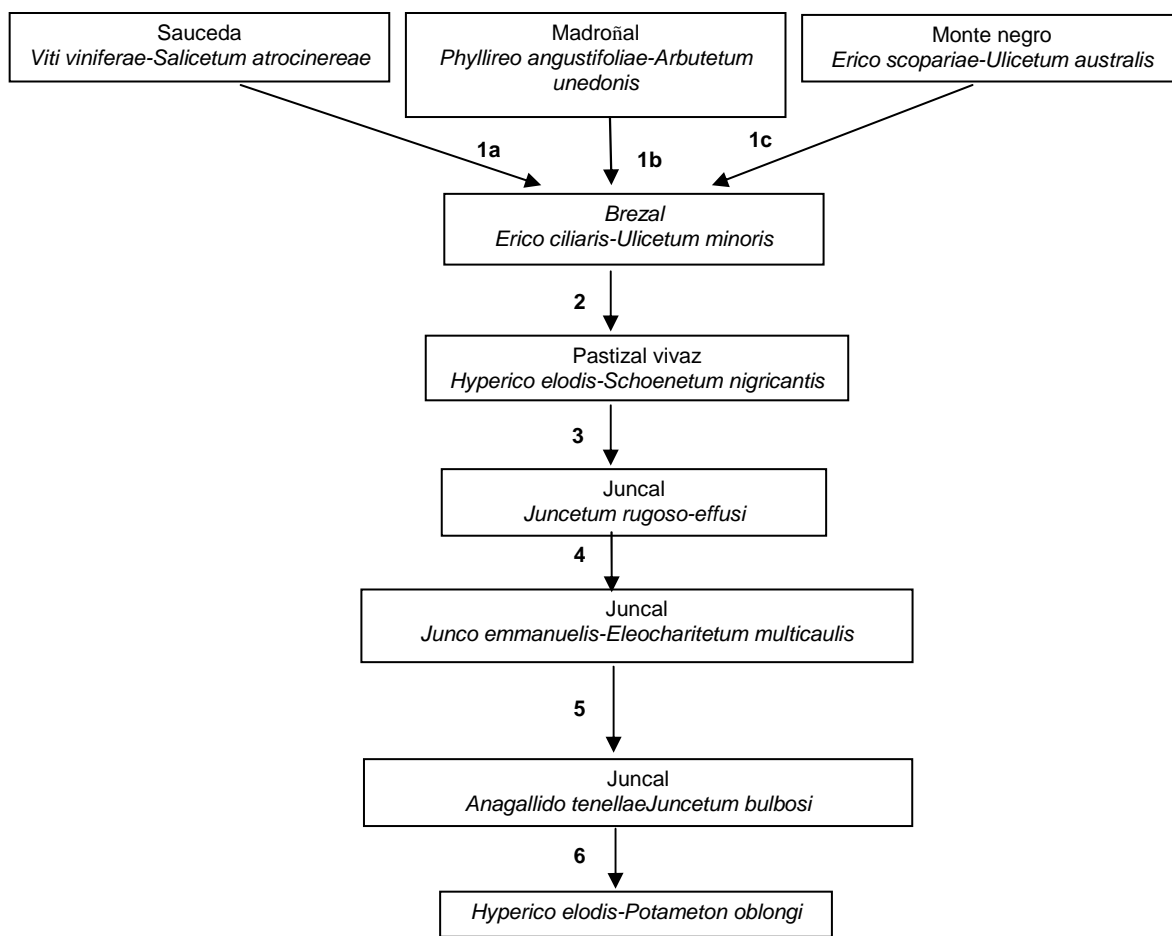
En el corte de la parte norte, son más abundantes los brezales menos higrófilos de monte negro, los pastizales vivaces de *Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae*, y los anuales de *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*, de menores requerimientos hídricos que el resto de comunidades anteriormente citadas.

La presencia de esta catena de comunidades en el resto de las turberas, varía según la hidrología que presente el vaso. En algunas de ellas como la Laguna del Conde y las Lagunas del Peladillo, las comunidades que se presentan son los dos tipo de brezales, estando ausentes el resto de comunidades herbáceas, ya que el vaso no llega a inundarse, aunque la hidromorfía de los suelos sea muy acusada. Sin embargo, en la Laguna del Ojuelo esta catena es similar a la descrita en las Lagunas de Ribeteuilos.

La progresiva desecación de los vasos y la presencia constante de ganado, provoca el deterioro de muchas comunidades, que conlleva a su vez la pérdida de muchas especies características de dichas comunidades. Se debe poner especial atención en la conservación de este tipo de humedales, para evitar pérdidas en la diversidad tanto de comunidades como de flora, dada la singularidad y gran valor ecológico que representan.



Figura 17. A) Vista aérea del complejo de turberas de Ribetehilos (fotografía tomada de Google Earth); B) Turbera del Ojuelo (mayo de 2007); C) Vaso de turbera de Ribetehilos (junio de 2008).



Esquema 2. Serie edafohigrófila ligada a las turberas. 1a y 1b.- Aumento de la hidromorfía de los suelos, estancamiento de las aguas procedentes de las descargas del acuífero. **1c.-** Aumento de la humedad edáfica. **2.-** Aumento de la humedad edáfica, lugares sujetos a encharcamiento temporal. **3.-** Presencia de charcones con periodos de inundación prolongados. **4.-** Encharcamiento temporal, suelos hidromorfos pero sin inundación prolongada. **5.-** Encharcamiento temporal en suelos con mal drenaje. **6.-** Inundaciones entre cepas de plantas vivaces y matorral.

3.4.1.3. Zacallones

Los zacallones son las excavaciones que se realizan en algunos puntos de las arenas estabilizadas para favorecer el afloramiento del freático, y crear así un charcón cuya inundación se prolonga durante más tiempo. En un principio se realizan para que la fauna los utilice como abrevaderos naturales, pero son de gran importancia en el mantenimiento de algunas especies de plantas acuáticas. En el área de estudio se han registrado algunas comunidades ligadas a este tipo de humedales artificiales, que son poco frecuentes en el resto del territorio o inexistentes.

En la Reserva Biológica se han detectado en tres zacallones en la zona de Martín Pavón comunidades de *Ricciocarpum natantis*, ocupando la totalidad de la superficie del vaso. En la Figura 18: B se muestra uno de ellos y en detalle la comunidad dominada por *Ricciocarpus natans* acompañado por *Lemna gibbae*.

En el Parque Natural, en el zacallón de los Americanos, se han registrado comunidades de *Lemnetea*, ricas en *Wolffia arrhiza*, especie que además de en esta localidad, sólo se ha registrado en el Hondón. En la Figura 18: C se puede observar una foto de este zacallón.

En el Parque Nacional se han detectado, en dos zacallones higroturbosos, comunidades de *Myriophyllo alterniflori-Potametum natantis*. *Potamogeton natans* está actualmente considerada por Cabezudo & al. (2005) en la Lista roja de la flora vascular de Andalucía como un taxón con “Datos Insuficientes para su catalogación”, del que sólo queda una única población en Andalucía. Por esta razón es interesante dar a conocer dos nuevas poblaciones, ya que confirman su subsistencia en el territorio, en gran parte favorecida por la existencia de los zacallones (Figura 18: A).



Figura 18. A) Zacallón con comunidades de *Myriophyllo alterniflori-Potametum natantis* (junio de 2007); B) Zacallón con comunidades de *Ricciocarpetum natantis* (julio de 2007); C) Zacallón con comunidades de *Lemnetum gibbae* acompañadas por *Wolffia arrhiza* (octubre de 2006).

3.4.1.4. Sotos

Como se indicó en el apartado de hidrología, expuesto en el capítulo de materiales y métodos, la red fluvial del área de estudio es escasa. Tan sólo se presentan dos cauces, denominados sotos en el Parque Nacional, que presentan una vegetación de ribera, más o menos desarrollada. Se trata de dos cauces, en la actualidad bajo programas de recuperación, ya que en el pasado estuvieron muy castigados por las intensas repoblaciones de eucaliptos realizadas en terrenos colindantes. Estas repoblaciones no sólo, destruyeron las comunidades de ribera, sino que al ser el eucalipto una especie de grandes requerimientos hídricos y con altas tasas de evapotranspiración, se vieron modificados los aportes hídricos a estos cauces. En la Figura 19: A se puede observar algunos restos de eucaliptares muy próximos al cauce del arroyo Soto Chico.

Probablemente, con el paso del tiempo y tras las labores de recuperación que se están realizando para la recuperación de estos sotos, en un futuro la vegetación de los mismos haya cambiado, desarrollándose algunas comunidades hoy en día inexistentes o muy poco desarrolladas como las de *Caricetum pseudocypero-lusitanicae*.

Rivas-Martínez & al. (1980) distinguen dos series edafohigrófilas ligadas a cauces de arroyos: las saucedas y las fresnedas. Para las primeras estos autores dan la siguiente catena de comunidades: *Viti-Salicetum atrocinereae*, *Cladietum marisci*, *Caricetum pseudocyperus-lusitanicae*, *Scirpo-Phragmitetum mediterraneum*. Respecto a las fresnedas, estos autores reconocen variaciones en las comunidades de sustitución en función de la trofia del suelo y de la explotación. Las comunidades que proponen estos autores como más comunes de sustitución son el zarzal (*Lonicero-Rubetum ulmifolii*) los juncales de *Galio-Juncetum maritimi*, y en los lugares más higrófilos y oligotrofos por los brezales higrófilos de *Erico ciliaris-Ulicetum minoris*.

Valle (2003 y 2005) incluye en la serie riparia termomediterránea silicícola gaditano-onubo-algarviense del sauce atrocinéreo la siguiente catena de comunidades: *Viti viniferae-Salicetum atrocinerea*, *Typho-Phragmitetm australis*, *Boloboshoenus maritimi*, *Glycerio palustris-Eleocharitetum australis*, *Glycerio-Apietum nodiflori* y *Glycerio-Oenanthe crocatae*. Más retirados del cauce sitúan a los juncales de *Juncetum rugoso-effussi* y *Galio-Juncetum maritimi*.

Las fresnedas están muy mal representadas en los dos sotos muestreados, presentándose de forma fragmentaria y con poca cobertura. Esta ausencia de fresnedas, puede deberse a las repoblaciones mencionadas con anterioridad, ocupando el eucalipto la zona disponible para los fresnos, de alta humedad edáfica pero sin encharcamiento ni escorrentía.

Las saucedas sí presentan un gran desarrollo en los dos sotos muestreados, aunque el esquema de comunidades detectado difiere con el propuesto por Rivas-Martínez & al. (1980) ya que estos autores lo dan en base a las formaciones de sauce del arroyo de la Rocina, mejor conservadas y con un cauce menos perturbado que el presente en los sotos del Parque Nacional.

En el presente estudio, la catena de comunidades que se ha registrado, desde el exterior del cauce hasta el interior, sigue el siguiente esquema: *Ficario ranunculoidis-Fraxineto*

angustifoliae, *Viti viniferae-Salicetum atrocinnereae*, *Lonicero hispanicae-Rubetum ulmifolii*, *Typho angustifoliae-Phragmitetum australis*, *Irido pseudacori-Polygonetum serrulati*, *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris*.

-Las saucedas situadas al pie del cauce, presentan un gran desarrollo y un grado de conservación óptimo, dando lugar a masas densas prácticamente impenetrables, bajo las cuales, se desarrollan zarzales con madresevas (*Lonicero hispanicae-Rubetum ulmifolii*). En la Figura 19: B se puede observar el gran desarrollo que presentan las saucedas en la ribera de Soto Chico.

-Contactando con las saucedas se desarrollan una banda de helechos, paralela al cauce (ver Figura 19: B) donde no existe inundación pero si una humedad edáfica elevada, como en el caso de los helechales presentes en las turberas. Esta banda de helechal se podría interpretar como los restos del alcornocal con helechos (*Oleo sylvestris-Quercetum suberis pteridetosum*) descritos por Rivas-Martínez & al. (1980) en la Rocina.

-Próximos a la desembocadura (Figura 19: C), donde las aguas se estancan formando algunos charcones de aguas remansadas se desarrollan comunidades de grandes helófitos dominadas por *Schoenoplectus lacustris* y *Phragmites australis* (*Typho angustifoliae-Phragmitetum australis*) o, por *Iris pseudacorus* (*Irido pseudacori-Polygonetum serrulati*).

-En estas zonas cercanas a la desembocadura del soto a la marisma, en charcones donde el periodo de inundación es menor, se instalan las comunidades de pequeños helófitos de *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris*.



Figura 19. A) Vista aérea de Soto Chico (fotografía tomada de Google Earth); B) Detalle de las saucedas que recorren el soto (mayo de 2005); C) Detalle de la vegetación en la zona de desembocadura del soto a la marisma (mayo de 2005).

3.4.1.5. Cotos

Este epígrafe se refiere a las arenas estabilizadas no sujetas a series edafohigrófilas, denominadas en la zona cotos. En estas arenas se presentan las comunidades que integran las dos series de vegetación más extendidas en el territorio, la serie edafoxerófila de la sabina (*Osyrio-Juniperetum lyciae*) y la serie climatófila del alcornoque (*Oleo-Quercetum suberis*). La serie del alcornoque está ligada a las zonas con mayor humedad edáfica y considerada clímax del territorio, y la serie de la sabina ligada a las zonas más xéricas del territorio. La mayoría de la superficie está cubierta por los matorrales de sustitución de las etapas maduras de estas dos series, siendo los sabinares más abundantes que los alcornocales, ausentes en el territorio de estudio como formación boscosa. Gran parte del territorio se encuentra ocupado por pinares de repoblación de *Pinus pinea* y en algunas ocasiones por eucaliptares, aunque tras los programas de eliminación llevados a cabo en los últimos años, son cada vez más escasos.

En la Reserva Biológica, tradicionalmente se han dividido los mantos eólicos estabilizados en dos zonas, las naves y el manto arrasado (Muñoz-Reinoso, 1996). Las diferencias radican en la diferencia en la dinámica de la capa freática y las descargas regionales del acuífero, resultando las naves, un área con el nivel freático más alejado de la superficie y por tanto donde predominan las comunidades más xerófitas como los sabinares y el monte blanco; y el manto arrasado, donde las descargas regionales del acuífero hacen que se desarrollen comunidades más exigentes en humedad, siendo frecuentes los matorrales de sustitución del alcornocal, como los brezales, madroñales y el matorral noble, así como los pastizales tanto de vivaces como de anuales mas higrófitos.

En general, la capa freática es la responsable de la variabilidad de las comunidades vegetales presente en las arenas estabilizadas, condicionando, su distancia a superficie, la aparición de comunidades más o menos exigentes en humedad.

En los cotos, tanto los del Parque Nacional, Reserva Biológica y Parque Natural, las comunidades de matorral, tanto de monte blanco como de monte negro son las dominantes en el paisaje. Según Granados & al., (1986, 1987) el uso continuado del fuego en el territorio, unido a los incendios naturales han favorecido a estas comunidades adaptadas a la alta recurrencia de los incendios, en detrimento de las comunidades más avanzadas en el esquema sucesional como el maquis y los alcornocales. El resultado es un paisaje dominado por matorral serial, donde la sucesión se encuentra congelada debido al deterioro de los suelos, descenso de la capa freática y exceso de carga de herbívoros.

En este escenario se desarrollan dos series de vegetación muy diferentes. La serie climática del alcornocal termófilo con acebuches y la serie edafoxerófila del sabinar. Se describen a continuación cada una de ellas.

Serie edafoxerófila del sabinar

En las zonas donde la capa freática está más alejadas de la superficie, la catena de comunidades que se ha registrado, desde las etapas más complejas hasta las más primarias, es la siguiente: *Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae*, *Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis*, *Linario donyanae-Loeflingietum baeticae*. En el Figura 20

(A, B y C) se muestran fotografías de las distintas comunidades que integran la serie del sabinar, y en el Esquema 3 la síntesis de las comunidades que integran la serie del sabinar.

Este esquema coincide con el propuesto tanto por Rivas-Martínez & al. (1980) como por Valle (2003, 2005). Aunque los primeros dan como matorral previo al sabinar las comunidades dominadas por camarinas de *Rubio-Corematetum albi*, además de las de monte blanco, que las sitúan en un escalón inferior en el esquema sucesional. En el presente estudio no se han considerado como predecesoras de los sabinares muestreados.

-En las zonas más altas, donde la capa freática está muy alejada de la superficie se desarrolla como comunidad permanente los sabinares xerófitos caracterizados por la presencia de *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*, y un cortejo de especies de matorral xerófito en el que abunda la presencia de *Rosmarinus officinalis*, *Cistus libanotis*, *Halimium halimifolium* y *Halimium commutatum* entre otras.

-La etapa previa al sabinar la representa el monte blanco (*Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis*).

-El herbazal de carácter anual que acompaña a estos sabinares, es rico en taxones psamófilos característicos de *Helianthemetalia guttati*, típicos de suelos más compactos y ricos en materia orgánica, que los pastizales de *Malcolmietalia* presentes en suelos más sueltos y pobres. Cuando los sabinares llegan a su madurez, en el suelos existe una alfombra de líquenes, donde domina la presencia de *Cladonia mediterranea*.

-Bajo los ejemplares de sabina de gran porte se desarrollan los pastizales escionitrófilos de *Geranio purpurei-Galietum minutuli*.

-En los suelos desnudos, donde se ha eliminado la vegetación de matorral, se desarrollan unos pastizales terófitos, ricos en endemismos, que pertenecen a las comunidades de *Linario donyanae-Loeflingietum baeticae*, hoy en día su presencia en el territorio está favorecida por la existencia de cortafuegos, y labores de manejo del matorral como los desbroces.

-Cuando estos arenales se nitrifican, estos pastizales ganan en elementos nitrófilos y cambian a comunidades de *Linario viscosae-Carduetum meonanthi*.

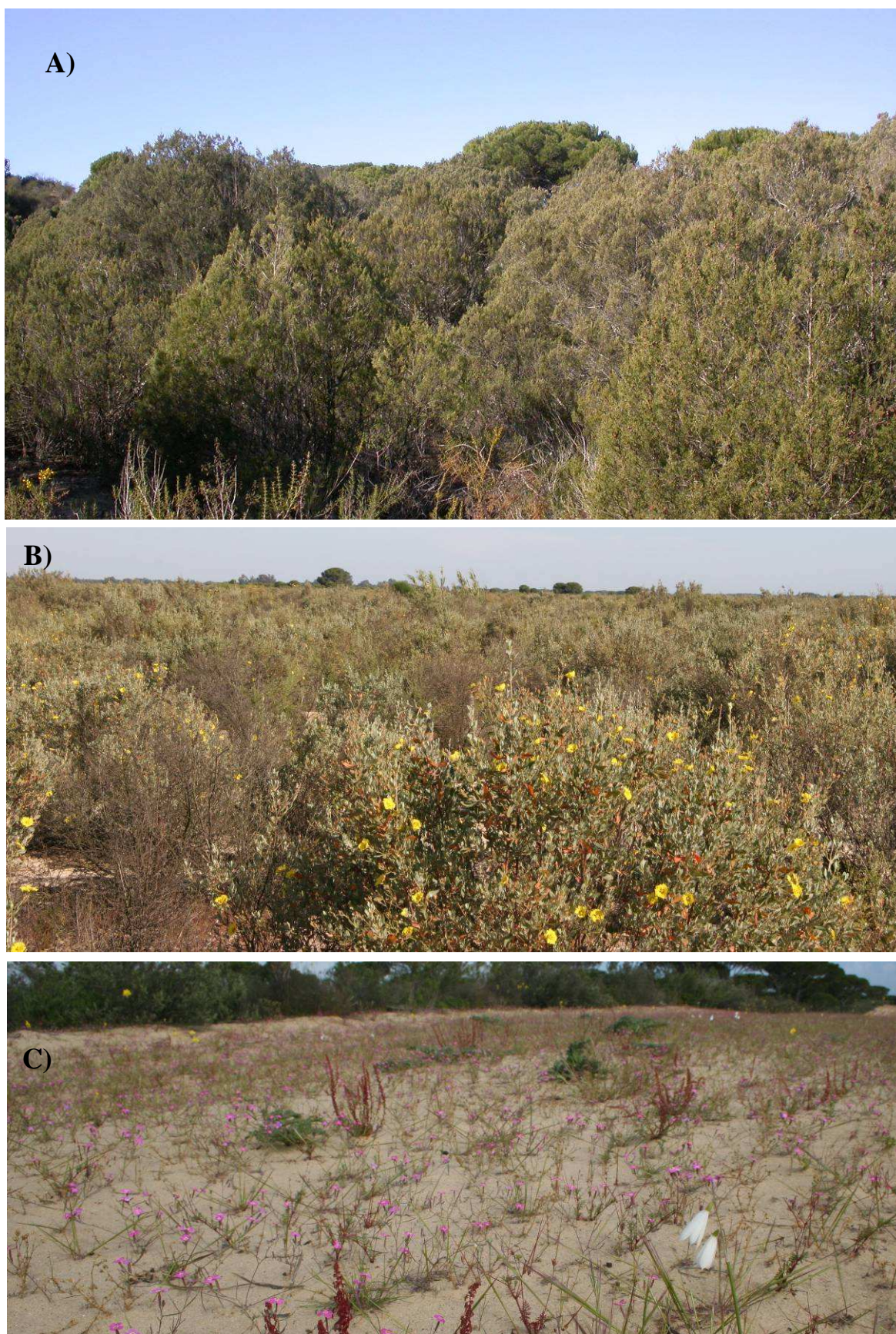
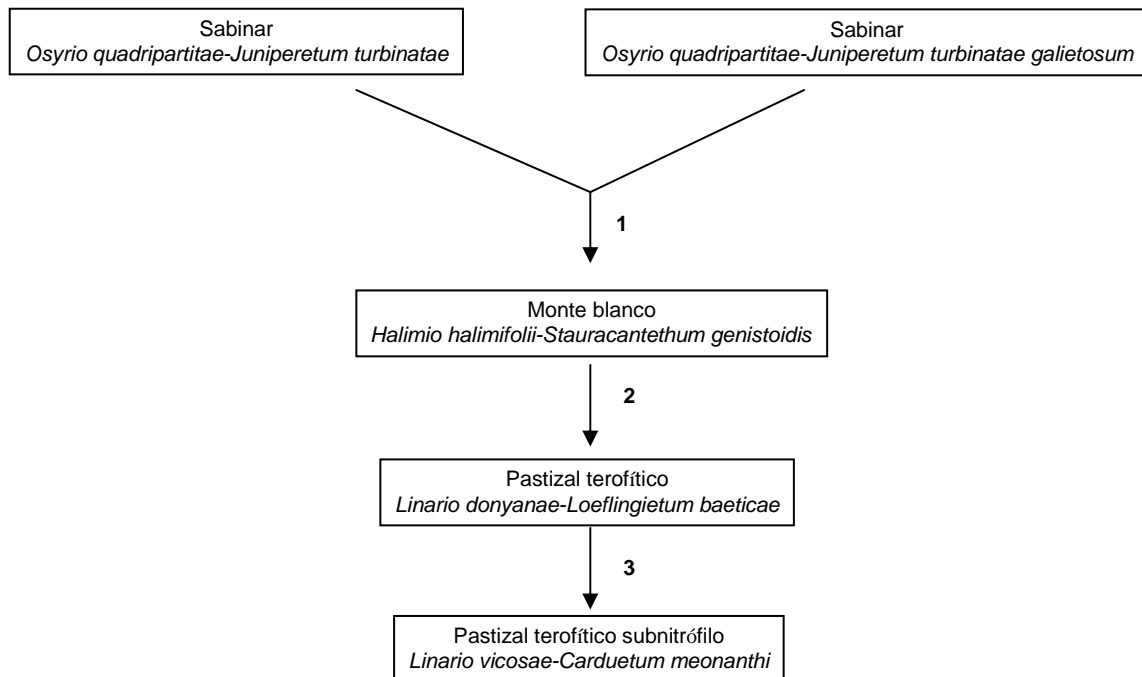


Figura 20. A) Sabinar (*Osyrio quadripartitae*-*Juniperetum lyciae*) (octubre de 2006); B) Monte Blanco (*Halimio hamlimifoli*-*Stauracanthetum genistoidis*) (mayo de 2007); C) Pastizal anual en cortafuegos (*Linario donyanae*-*Loeflingietum baeticae*) (abril de 2005).



Esquema 3. Serie edafoxerófila de la sabina (Osyrio-Junipereto) 1.- Destrucción del sabinar, sobre suelos estables de baja movilidad. **2.-** Eliminación del matorral (desbroce, fuego...). **3.-** Aumento en nitrógeno del suelo.

Serie climácica del alcornocal

En los suelos más húmedos, donde la capa freática está cercana a superficie, la catena de comunidades que se desarrolla sigue el esquema siguiente, desde un punto de vista sucesional: *Oleo sylvestris-Quercetum suberis*, *Phillyreo angustifoliae-Arbutetum unedonis*, *Asparago albi-Rhamnetum oleoidis*, *Erico scopariae-Ulicetum australis*, *Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae*, *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*.

Esta catena de comunidades varía según la naturaleza de los suelos. En los de carácter estrictamente arenoso, no se presenta la etapa de *Asparago-Rhamnetum oleoidis*, siendo el monte negro normalmente el que precede al alcornocal o el madroñal en los sitios más húmedos.

Por el contrario en los suelos arenosos pero mezclados con materiales arcillosos, la comunidad predecesora del alcornocal suele ser el *Asparago-Rhamnetum oleoidis*, que en la zona de estudio corresponde a los lentiscares. Este es el caso de la zona noroccidental del Parque Natural, la Laguna del Sopotón, finca de Marismillas y los Llanos de la Plancha del Parque Nacional.

Este esquema de comunidades coincide con el citado por Rivas-Martínez & al. (1980) para los suelos arenosos con pseudogley en profundidad de Doñana. Valle & al. (2005) incluyen las comunidades de *Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis* y *Thymo albicans-Stauracanthetum genistoidis*, como etapas de sustitución del alcornocal en los suelos más pobres y xerófilos. Esta última comunidad no ha sido registrada en el territorio, ya que la

especie de tomillo que la caracteriza, *Thymus albicans*, no se ha detectado durante el presente estudio.

-La etapa clímax perteneciente al alcornocal con acebuches, no están bien representada en el área de estudio, no habiéndose adscrito ninguno de los inventarios realizados a esta comunidad citada por Rivas-Martínez & al. (1980) en Coto del Rey, La Rocina y El Acebrón, zonas excluidas del presente estudio. Estos autores reconocen dos variantes del alcornocal, en función del matorral que lo preceda. La variante precedida por la orla seca y del ecotono con el sabinar corresponde a matorrales de *Asparago-Rhamnetum*, ricos en lentiscos, acebuches, piruétanos y coscojas. Esta variante está muy bien representada en la finca de Matasgordas y la Dehesa del Raposo, zonas excluidas del área de estudio por su mayor contenido en arcillas en los suelos.

La otra variante que, según Rivas-Martínez & al. (1980) se desarrolla sobre suelos arenosos con pseudogley en profundidad, está precedida por un madroñal (*Phillyreo-Arbutetum*) donde es frecuente la presencia de *Pteridium aquilinum*, describiendo estos autores una nueva subasociación (*Oleo sylvestris-Quercetum suberis pteridetosum*) para el alcornocal de Doñana. Según estos autores, esta variante contacta con las fresnedas de *Ficario-Fraxinetum*.

En el territorio de estudio, la escasez de elementos típicos de la variante más seca del alcornocal, como el acebuche, la coscoja o el piruétano, y sin embargo la presencia de muchos helechales en las zonas de descargas constantes del acuífero, a veces con madroños, hace pensar que el bosque climácico en los suelos arenosos estrictos del manto eólico de Doñana se corresponde con la subasociación *pteridetosum* descrita por Rivas-Martínez & al. (1980). En las zonas donde existe un mayor contenido en arcillas, permitiendo a los suelos una mayor retención de agua, se daría la variante más seca, precedida por el *Asparago-Rhamnetum*. En el Esquema 4 se muestra de forma sintética las dos variantes del alcornocal y las comunidades que las sustituyen.

En la zona de estudio se ha registrado la presencia de alcornocales tan sólo en la orla de algunas zonas húmedas, donde los suelos son frescos y profundos, ejemplares viejos de alcornocales en la vera, muy deteriorados por la gran cantidad de nidos de aves que albergan todos los años en primavera y en la zona de Marismillas formando parte de los lentiscos. En la Figura 21: A se muestra un viejo ejemplar de alcornocal con un helechal debajo, ligado a la orla de un vaso lagunar situado en el Lobo (Parque Nacional).

-Al igual que los alcornocales, las comunidades de matorral noble son escasas en las arenas estabilizadas, estando ligadas de nuevo a la orla de algunas zonas húmedas, tanto las comunidades de *Asparago albi-Rhamnetum oleoidis*, como los madroñales de *Phillyreo angustifoliae-Arbutetum unedonis*. Las diferencias entre una y otra, como se ha indicado con anterioridad, se deben a diferencias en la naturaleza de los suelos, que implican diferencias en la humedad edáfica. Los madroñales (Figura 21: B) requieren suelos arenosos con una humedad más constante y elevada, situándose en zonas donde las descargas del acuífero son más o menos continuas a lo largo del año. En la mayoría de las ocasiones estos madroñales, presentan una cobertura alta en *Pteridium aquilinum*, como en el caso de los bordes de turberas. Los madroñales se han registrado en el borde de algunas lagunas temporales y en la orla de algunas turberas.

Por el contrario las comunidades de *Asparago albi-Rhamnetum oleoidis*, se han registrado en las zonas donde los suelos se enriquecen con materiales finos, lo que les confiere una mayor capacidad de retención de agua.

-Bajo los grandes ejemplares de alcornoques o lentiscos muy visitados por el ganado, se desarrollan las comunidades anuales escionitrófilas de *Urtico dubiae-Anthriscetum caucalidis*.

-Si la capa freática sufre una fluctuación mayor a lo largo del año, se da paso a los brezales o monte negro (*Erico scopariae-Ulicetum australis*) comunidades, como se ha indicado con anterioridad, estrictamente sabulícolas.

-Cuando por acción de los animales, estos brezales se clarean entre los huecos se forman las comunidades de vivaces de *Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae* (Figura 21: C), o los pastizales de *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*, comunidades pioneras en la sucesión de las arenas con mayor humedad edáfica.

-Por último habría que definir el papel del monte blanco en esta serie, ya que ocupa grandes extensiones en el área de estudio, en terrenos interiores alejados de la costa donde no llega la sabina, especie protagonista del bosque que precede esta comunidad. Las explicaciones a este hecho pueden ser varias:

- Podría ocurrir que los sabinares estén ocupando, hoy en día, áreas más restringidas que las potenciales, pudiendo llegar hacia el interior. Las repoblaciones de pino y el manejo del matorral que se ha practicado en la zona desde hace siglos, podría estar impidiendo el avance de las sabinas hacia el interior, no siendo fácil definir, cual es su área de distribución potencial en el territorio. En este caso el monte blanco, en principio etapa de degradación del sabinar, se ha extendido hacia el interior, sustituyendo al monte negro conforme ha descendido la capa freática, no siendo acompañado en este avance por su formación de cabecera: el sabinar, que ha quedado relegado al cinturón costero.

- Otra posible explicación, sería considerar el monte blanco del interior como una comunidad permanente, que no evoluciona a un sabinar, porque la sabina no coloniza terrenos tan alejados de la costa, o bien que no evoluciona a alcornocal por falta de humedad edáfica. En este segundo caso la perturbación de los suelos y las diferentes actividades de origen antrópico (ganado, cultivos, repoblaciones, quemadas, talas...) que se han llevado a cabo en el territorio desde hace siglos, han podido contribuir a que el matorral en principio serial, no pueda evolucionar, quedando congelada la sucesión en uno de sus estados más primarios.

De esta manera, el alcornocal y sus diferentes etapas de degradación ocuparían las zonas de los cotos de mayor humedad edáfica, y los sabinares las zonas costeras donde la potencia de las arenas es mayor. Por efecto de la desecación, natural o antropogénica, el nivel freático ha descendido, ocupando el monte blanco lugares, antes potenciales de monte negro o matorral noble.

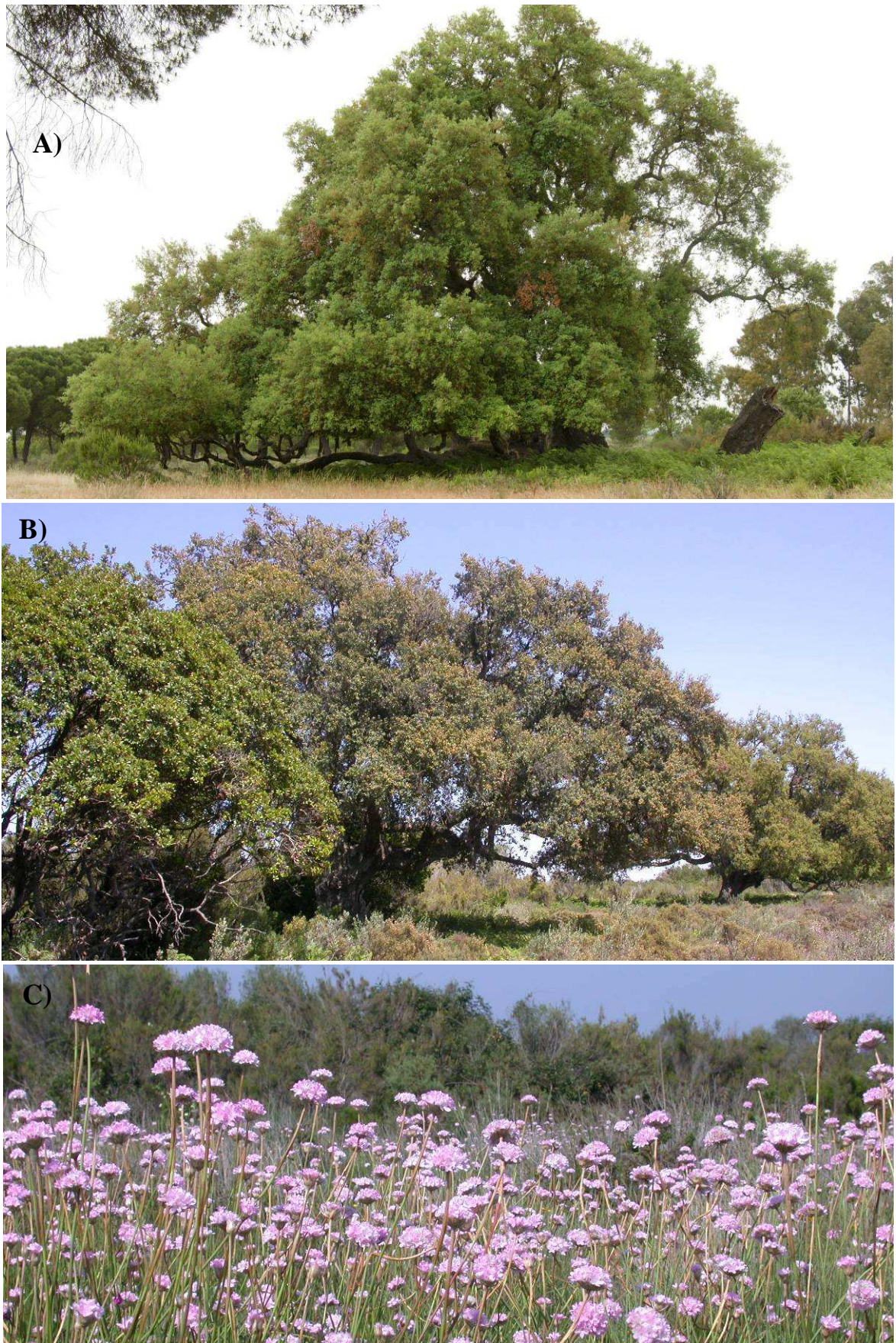
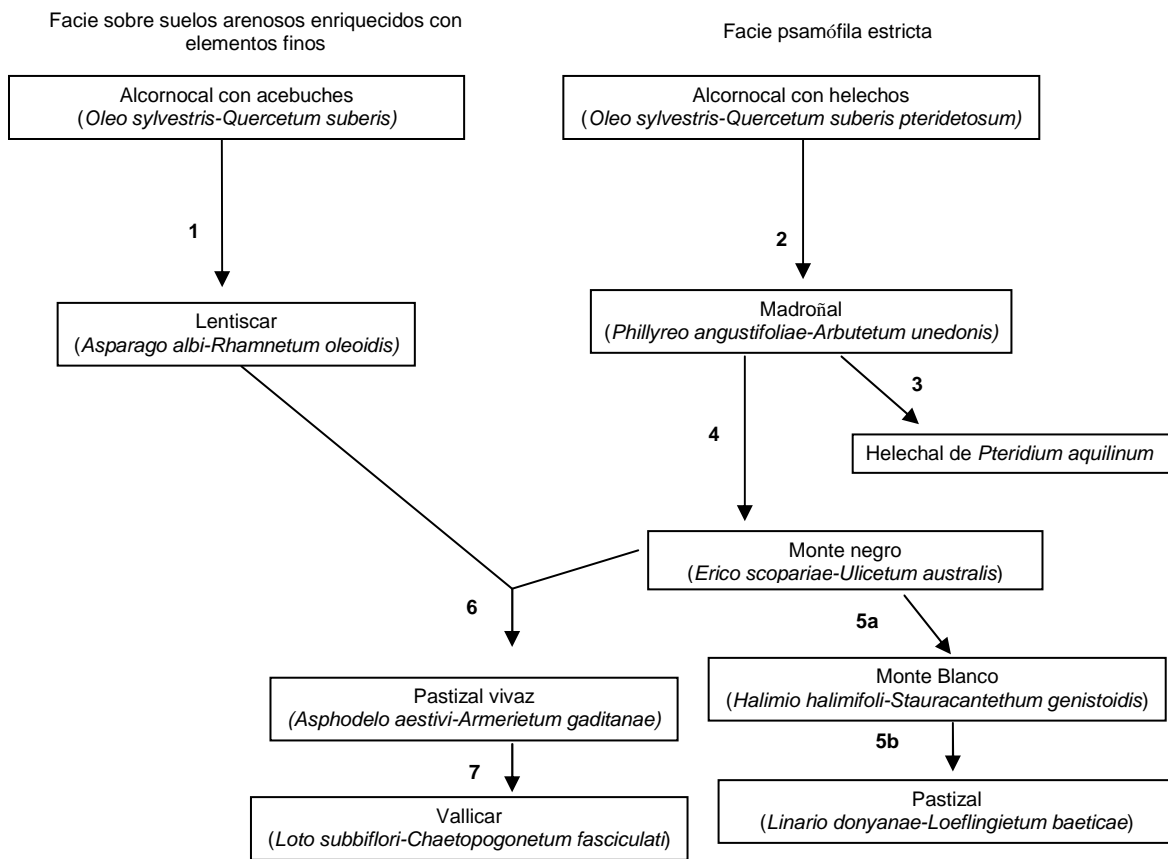


Figura 21. A) Ejemplar adulto de alcornoque situado en la orla de un pequeño vaso lagunar (mayo de 2005); B) Madroñal orlando vaso lagunar (mayo de 2005); C) Monte negro con comunidad de vivaces entre los huecos creados por los herbívoros (mayo de 2007).



Esquema 4. Serie climática termomediterránea gaditano-onubo-algarviense y tingitana seco-subhúmedo húmeda sabulícola: Oleo-Querceto suberis. 1.- Destrucción del alcornocal sobre suelos arenosos enriquecidos con elementos finos. 2.- Destrucción del alcornocal sobre suelos arenosos, en zonas de descargas regionales del acuífero. 3.- Destrucción del madroñal. 4.- Menor humedad edáfica. 5a.- Potencia de las arenas mayor, suelos poco desarrollados y con escasa humedad edáfica. 5b.- Degradación del matorral xerófito. 6.- Destrucción del matorral, presión media de herbivoría. 7.- Destrucción del matorral sobre suelos con encharcamiento temporal.

3.4.1.6. Infraestructuras de origen antrópico

Las distintas intervenciones antrópicas en el territorio, han provocado el establecimiento de especies y comunidades de hábito ruderal, nitrófilas o ligadas a edificaciones, que no se desarrollarían en el área de estudio, si el hombre no las hubiera favorecido.

Este tipo de comunidades no están ligadas a la dinámica natural, sino que como se ha indicado, son producto de alteraciones o modificaciones de distintos medios.

Se incluyen bajo este epígrafe las siguientes comunidades:

-Los pastizales de *Thero-Brometalia* ligados a caminos construidos con suelos alóctonos, ricos en elementos finos.

-La comunidad de *Scolymo maculati-Sylibetum mariani*, frecuente en las vetas arcillosas de la marisma con alta presencia de ganado, pero que gracias a la construcción de caminos ricos en elementos arcillosos, ha colonizado algunos sitios del interior de los cotos.

-Las comunidades de *Sisymbrietalia officinalis* caracterizados por la presencia del taxón alóctono *Arctotheca calendula*. Se han registrado en bordes de caminos arenosos muy transitados, con mayor compactación y nitrificación.

-La comunidad de *Euphorbietum chamesyco-prostratae* se ha registrado ligada al patio del Palacio, en suelos nitrificados, sombreados y sometidos a un intenso pisoteo.

- Las comunidades de *Polycarpo tetraphylli-Cotuletum australis* se han registrado en los aparcamiento habilitados para el acceso de los turistas a las playas, donde los suelos están sometidos a un intenso pisoteo y la gran afluencia de personas facilita la entrada de especies alóctonas como *Cotula australis*, especie que caracteriza a estos pastizales.

-La presencia de comunidades de la clase *Adiantetea* y *Umbilicetum rupestri-gaditani* están ligadas a la construcción de edificios, como pozos y cabañas dentro del área de estudio, que han generado nuevos hábitats susceptibles de ser colonizados por especies típicas de estas clases. A pesar de que *Umbilicus rupestris* se presente de manera natural en algunas zonas del norte del Asperillo, los lugares donde se han muestreado estas comunidades en el presente estudio, son infraestructuras de construcción antrópica.

- Las comunidades de *Crassulo tillaeae-Saginetum apetalae* y *Solivetum stoloniferae* aunque no han sido muestreadas en el área de estudio, si han sido citadas por otros autores en el territorio como ligadas a lugares compactados por pisoteo, las primeras ligadas a lugares nitrificados, y a suelos más húmedos las segundas.

- La comunidad de *Emici spinosae-Malvetum parviflorae* descrita en los alrededores del Palacio de Doñana, no se ha detectado en el área de estudio, pero ha sido citada por Rivas-Martínez & al. (1980) como pastizales, que ocupan suelos arenosos muy nitrogenados de áreas urbanas o rurales, sometidas a una fuerte acción antropozoógena.

3.4.2. Médano del Asperillo

En esta unidad se pueden diferenciar dos subunidades que van a dar lugar a tipos de vegetación muy diferentes.

3.4.2.1. Acantilado

En las paredes verticales del acantilado se desarrollan las comunidades de *Plantago macrorrhiza* de la clase *Crithmo-Staticetea*.

En los derrumbes arenosos provocados por la erosión de dicho acantilado, y donde no existen surgencias de agua dulce, se desarrollan comunidades herbáceas dominadas de nuevo por la presencia de *Plantago macrorrhiza*, acompañado por diversos taxones del orden *Malcolmietalia* y de la alianza *Linario-Vulpion alopecurodis*, pertenecientes a las clases *Helianthemetea guttati* y *Stellarietea mediae* respectivamente.

Algunos de estos derrumbes, como se observa en la Figura 22: B, son colonizados por especies características de *Ammophiletea*, como *Lotus creticus*, *Ammophila arenaria* y *Cyperus capitatus*.

En algunas ocasiones, cuando la edad de los derrumbes es avanzada, y se han formado suelos estables, se forman manchas de matorral de *Cisto-Lavanduletea* (Figura 22: A), donde son frecuentes *Rosmarinus officinalis* y *Helichrysum picardii*, apareciendo algunos ejemplares de sabina en alguno de los más antiguos.

A lo largo del acantilado, existen algunas zonas de surgencia de agua dulce que afloran en la base del mismo, donde se desarrollan manchas de vegetación higrófila. Dependiendo de la cantidad de humedad y la constancia de las misma a lo largo del año, se desarrollan algunas comunidades pertenecientes a las distintas series edafohigrófilas presentes en el territorio, pudiéndose observar parches de comunidades tan desarrolladas como tarayales, saucedas o turberas, al pie del acantilado. En la Figura 22: C se muestra una imagen de comunidades pertenecientes a la clase *Phragmito-Magnocaricetea*.



Figura 22. A) Acantilado del Aperillo en febrero de 2005; B) Derrumbe arenoso del acantilado en mayo de 2007; C) Comunidades de *Phragmito-Magnocaricetea* en los rezumes de agua dulce a pie del acantilado en abril de 2005.

3.4.2.2. Arenas Gordas

El complejo dunar adosado al acantilado, se caracteriza por su gran altitud, por la fuerte exposición a la acción del viento en la cara que mira hacia el mar, y por una mayor estabilidad de las arenas en la cara que mira hacia el interior. Esta diferencia de exposición es lo que determina la diferencia entre la vegetación de un lado y otro del complejo dunar. El dosel arbolado de pino piñonero es abundante, producto de las repoblaciones realizadas para fijar las dunas, en la segunda mitad del siglo XIX, como se puede observar en la Figura 23: B y C.

La comunidad que impera en la cara orientada al océano es el matorral de *Stauracantho genistoidis-Corematetum albi* (Figura 23: A), adaptado a una mayor movilidad de las arenas y una mayor influencia de la maresía. Los pinos que acompañan a esta comunidad son de porte arbustivo, con escasa regeneración natural.

Los enebrales no existen como tales en este complejo, aunque sí se han detectado algunos ejemplares de enebro dispersos en las zonas más expuestas al viento y el hálito marino, acompañados del matorral de *Stauracantho genistoidis-Corematetum albi*. Se han realizado numerosas repoblaciones de enebro en esta zona, en un intento de recuperar estas comunidades.

Las comunidades anuales de herbáceas son escasas, presentándose entre los huecos de las camarinas, pastizales de *Linario donyanae-Loeflingietum baeticae* muy pobres en especies.

En algunas zonas donde se están formando dunas vivas, se presentan pequeños fragmentos de comunidades de *Ammophiletea*.

En las zonas muy visitadas por los turistas y donde los suelos presentan síntomas de nitrificación se desarrollan pastizales de *Malcolmio littoreae-Vulpietum alopecuroris*.

En la cara norte del médano se desarrolla un monte blanco con una alta presencia de *Rosmarinus officinalis*. La mayor abundancia de romero en algunas comunidades de *Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis* podría deberse a que se desarrollan bajo los suelos más pobres en nutrientes, ya que según Granados & al. (1986), los ejemplares de *Rosmarinus officinalis* presentes en Doñana son ecotipos con una concentración de nutrientes excepcionalmente baja. En contacto con estos matorrales seriales bajo pinar de repoblación, se encuentran los sabinares, ya integrantes de la vegetación de los cotos como se observa en la Figura 23: C.



Figura 23. A) Cara orientada hacia el mar del complejo de Arenas Gordas (febrero de 2005); B) y C) Cara orientada hacia el interior en contacto con los cotos (mayo de 2007).

3.4.3. Playas

Existen dos tramos de playa, donde las comunidades son diferentes al estar sometidas a dinámicas muy distintas. La playa adosada al acantilado del Asperillo, y la playa presente en el tren de dunas móviles del Parque Nacional.

En la playa adosada al acantilado se presentan las siguientes comunidades, desde la línea de marea hacia el interior: *Salsolo kali-Cakiletum aegyptiacae*, *Euphorbio paraliae-Agropyretum junceiformis*, *Loto cretici-Ammophiletum australis*.

Los pastizales halonitrófilos de *Salsolo kali-Cakiletum aegyptiacae* se sitúan en la línea de marea donde se acumulan los depósitos arrastrados por el oleaje (ver Figura 24: A).

Las comunidades de *Euphorbio paraliae-Agropyretum junceiformis*, se desarrollan en las zonas de playa no influenciadas por la marea, estando mejor representadas en aquellos tramos donde la anchura de la playa es mayor. En Figura 24: B se muestra una foto de detalle de esta comunidad.

Los lastonares o comunidades de *Loto cretici-Ammophiletum australis* no se encuentran bien representados en este tramo de costa, ya que no existen dunas embrionarias, debido a que las paredes del acantilado frenan la formación y el avance de las dunas hacia el interior. Se presentan de manera fragmentaria, siendo frecuente la presencia de *Lotus creticus* pero poco abundante *Ammophila arenaria*, especie que las caracteriza.

En el tramo de playa adosado al tren de dunas móviles, como en el caso anterior, los primeros pastizales en aparecer son las comunidades de *Salsolo kali-Cakiletum aegyptiacae*.

En este tramo de costa no se han registrado las comunidades de *Euphorbio paraliae-Agropyretum junceiformis*, al ser muy alta la influencia de la marea y del viento, lo que no favorece la creación de dunas embrionarias; se forma un escalón desde la playa hasta las primeras dunas, no existiendo zonas adecuadas para el desarrollo de las mismas.

Sin embargo las comunidades de *Loto cretici-Ammophiletum australis*, presentan un gran desarrollo (Figura 24: C). Estas comunidades se consideran las últimas en la catena correspondiente a la playa y las primeras en la sucesión de comunidades del tren de dunas móviles.

La comunidad de *Otantho martimi-Ammophiletum australis*, propia de dunas embrionarias, y muy bien representada en la zona más occidental del litoral onubense, no se ha registrado en el área de estudio, suponiendo el inicio de ésta el límite oriental de distribución de esta comunidad. La inexistencia de una banda ancha de playa en el tramo de costa incluido en la zona de estudio, que dé lugar a la formación de dunas embrionarias, es la razón de la ausencia de esta comunidad.

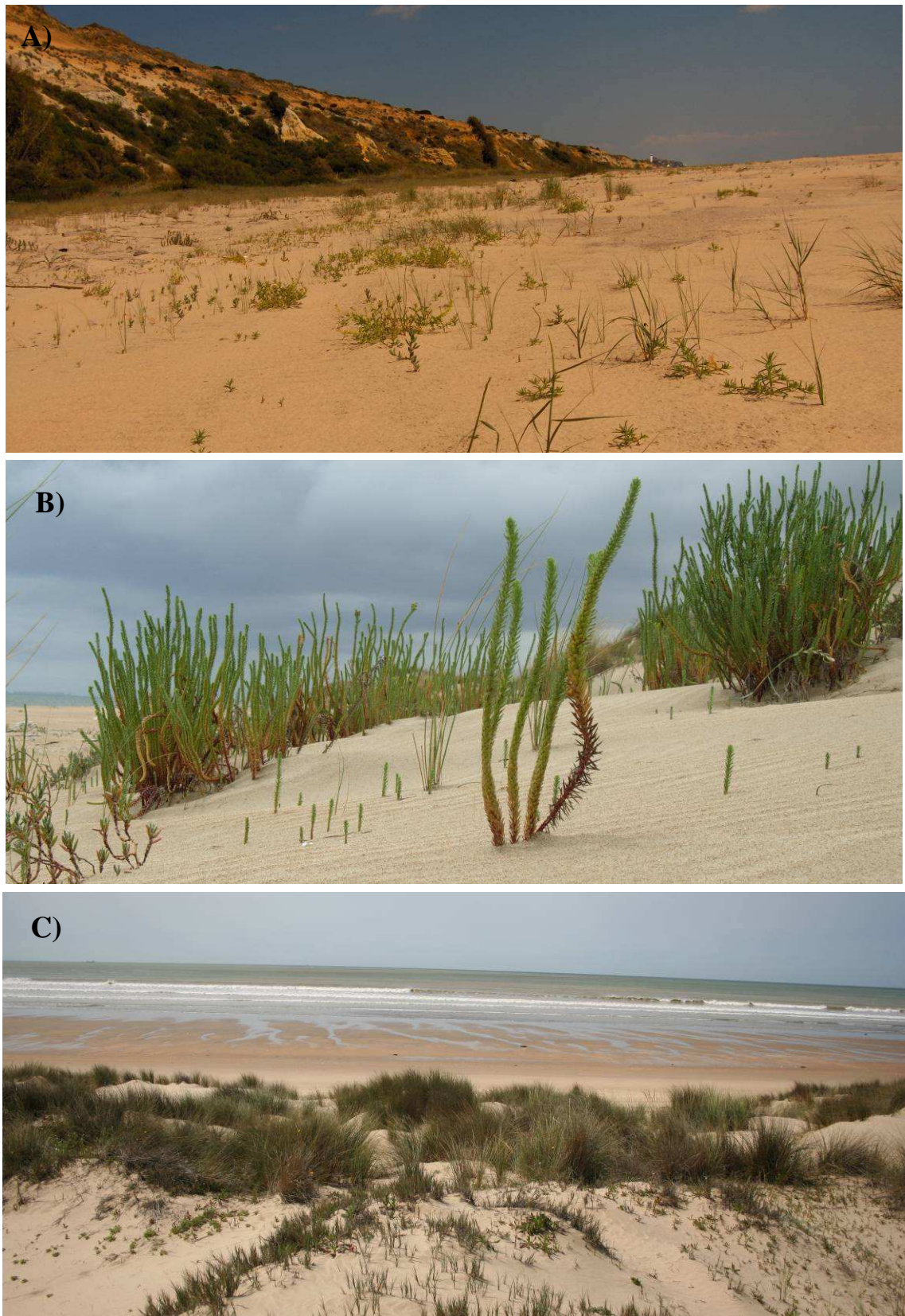


Figura 24. A) Comunidades halonitrófilas en línea de marea con *Cakile maritima* (mayo de 2007). B) Comunidad de *Euphorbia paralias*-*Agropyretum junceum* en pequeña duna embrionaria de febrero de 2005. C) Comunidad de *Loto cretici*-*Ammophiletum* en la playa del Parque Nacional en abril de 2006.

3.4.4. Tren de dunas móviles

Formado por los sistemas de dunas activos, los factores que influyen en la distribución de los distintos tipos de vegetación en esta unidad, van a ser la movilidad del sustrato, la influencia del spray marino, la distancia de la capa freática a superficie y la cantidad de carbonatos del suelo.

Este sistema de dunas activas presenta un gran dinamismo, y la catena de comunidades y los contactos entre ellas son difíciles de explicar y reflejar en un esquema, ya que es un sistema donde se construyen y destruyen de manera relativamente rápida, los distintos hábitats susceptibles de ser colonizados.

Si se realiza un corte perpendicular desde la línea de costa hacia el interior, la catena de comunidades siguiendo un gradiente, de una mayor a una menor movilidad del sustrato, se puede resumir en el siguiente esquema: *Loto cretici-Ammophiletum australis*, *Artemisio crithmifoliae-Armerietum pungentis*, *Rhamno oleoidis-Juniperetum macrocarpae*, y pinares de *Pinus pinea*.

- En las dunas embrionarias, donde es elevada la movilidad del sustrato y la influencia del viento cargado de sales, se instala la comunidad de *Loto cretici-Ammophiletum australis*. Estas formaciones están muy bien representadas en el sistema de dunas móviles (Figura 25: A), ocupando un cinturón muy amplio paralelo a la línea de costa. En menor medida, se presentan en el interior del sistema dunar en la parte más alta de las dunas en movimiento (Figura 26: B).

- Tras las primeras dunas embrionarias, en los primeros valles interdunares en los que la capa freática está alejada de la superficie, y la influencia del viento sigue siendo elevada, se instala el matorral de dunas correspondiente a las comunidades de *Artemisio crithmifoliae-Armerietum pungentis* (Figura 25: B). La mayor compactación de las arenas y la menor exposición al viento, permite que en estos valles se desarrolle esta vegetación arbustiva de pequeño porte.

- En las zonas más altas de las dunas, donde la influencia del viento es aún elevada, se han registrado algunas manchas de enebro pertenecientes a la comunidad de *Rhamno oleoidis-Juniperetum macrocarpae*, considerada por Rivas-Martínez & al. (1980) y Valle (2004) la etapa madura del sistema de dunas móviles. En la zona estudiada, se han registrado los enebrales en estados evolutivos diferentes según hayan soportado o no el paso de un frente dunar. En el corral del Inglesillo (Figura 23: C), se han registrado enebrales jóvenes, cercanos a la línea de costa y con altas tasas de regeneración, conviviendo con el matorral de dunas. En el fondo del corral, en las zonas de mayor humedad, el matorral de dunas se enriquece con numerosos enebros jóvenes. Por el contrario, hacia los bordes del corral donde la humedad es menor se sitúan enebros de mayor porte, con un cortejo florístico muy diferente al del fondo del corral. En algunas ocasiones se trata de enebrales formados por individuos de enebros viejos y de gran talla, cuya posición y edad parece reflejar que han sobrevivido al paso de la duna. Este tipo de enebrales maduros presentan una regeneración escasa y son muy pobres en especies.

- Otra formación donde el enebro es protagonista, son los bosquetes mixtos con sabinas y pinos, situados normalmente en zonas un poco más resguardadas del viento y donde el cortejo de matorral es mayor que en los anteriores.

El esquema propuesto al inicio del apartado, se ve muchas veces truncado, debido a la intervención de otros factores, no siendo homogénea ni lineal la sucesión de comunidades en todos los tramos del sistema. Cuando la capa freática intercepta con la superficie en los corrales se desarrollan algunas comunidades hidrófilas de juncuales.

- En los corrales húmedos más interiores, de mayor tamaño que los más cercanos a la playa, se desarrollan los juncuales de *Holoschoeno-Juncetum acuti*, que en la mayoría de los casos se encuentran rodeados de pinares (Figura 26: D).

- En algunos puntos cercanos a la costa, se forman pequeños corrales húmedos, donde la capa freática se encuentra cercana a superficie y el contenido en carbonatos es alto, en estas zonas se desarrollan los juncuales negros o comunidades de *Centaureo exaratae-Schoenetum nigricantis*, caracterizados por la presencia de *Schoenus nigricans*.

- Por otro lado, en las zonas interdunares más estabilizadas donde la distancia entre los frentes es mayor, se presentan los matorrales dominados por camarinas de *Stauracantho genistoidis-Corematetum albi*, o bien el monte blanco *Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis*.

A la comunidad de *Stauracantho genistoidis-Corematetum albi* es difícil de asignarle un papel dentro de la sucesión de comunidades del sistema de dunas activas. Rivas-Martínez & al. (1980) y Valle (2004) sitúan la comunidad de *Rubio-Corematetum* como etapa previa tanto del enebral costero como del sabinar. Según García-Novo & al. (1975) *Corema album*, es especie dominante donde la estabilidad de las arenas es mayor (frentes estabilizados o frentes aplastados) pero la profundidad del nivel freático hace que la superficie de la arena se mantenga seca e inestable, sin formación de suelo y donde la vegetación herbácea es escasa. Estos autores sitúan a las formaciones dominadas por camarinas en los frentes dunares poco activos, frentes aplastados o de escasa altura. En estos lugares el movimiento de la arena es lento y *Corema album* sobrevive tanto al enterramiento como al descalzamiento progresivo. Consideran que estas comunidades intermedias, corresponden a una etapa breve que evolucionará en poco tiempo a una duna viva con *Ammophiletea* si el frente dunar se reactiva, o hacia monte blanco si el frente se estabiliza.



Figura 25. A) Tren de dunas embrionarias en abril de 2006; B) Matorral de dunas en abril de 2006; C) Enebral joven en corral del Inglesillo con enebros maduros al fondo (abril de 2006).

Allier (1977) considera las formaciones de *Corema album* junto con *Stauracanthus genistoides*, que según el autor interviene más tardíamente en la sucesión, como buenos indicadores de la estabilización y del camino hacia el maquis recordando el *Stauracantho Corematetum* descrito por Braun-Blanquet & Rozeria (1965) en Braun-Blanquet & al. (1965) en la costa de Portugal.

En el presente estudio, las comunidades dominadas por *Corema album*, se han registrado en las zonas de contraduna tras el paso de un frente dunar, donde los suelos son aún inestables y persiste la influencia del viento cargado de sales. La frecuencia de aparición del pino es alta en los inventarios realizados, habiéndose observado altas tasas de regeneración del mismo. La situación de estas comunidades parece indicar que su evolución hacia comunidades más complejas, va a depender del tiempo transcurrido entre el paso de un frente dunar y el siguiente. Si la comunidad madura y los pinos alcanzan un porte elevado, y el frente se estabiliza, como indican García-Novo & al. (1975) este matorral evoluciona hacia *Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis*, con el que comparte muchos elementos florísticos en los inventarios realizados. Este es el caso de los corrales más grandes y estables, que coinciden con los más interiores y donde la capa freática está muy alejada de la superficie.

Para terminar de describir la vegetación del tren de dunas móviles, habría que describir la dinámica que presenta *Pinus pinea* en este sistema. Los pinares del tren de dunas no fueron incluidos en el trabajo que realizaron Rivas-Martínez & al. (1980). Sin embargo el papel del pino en el mismo ha sido descrito por algunos autores, que aunque no la consideran como una especie autóctona, si admiten la dinámica natural que presenta esta especie en las dunas. Uno de los primeros estudios que describe la dinámica del pino en el sistema de dunas es el realizado por García-Novo & al. (1975), estos autores subrayan la considerable adaptación que presenta la población de pinos para sobrevivir en este sustrato inestable, insistiendo, en que el pino es la única especie arbórea que puede crecer con la rapidez necesaria, para producir una cantidad de semillas suficiente que le permita colonizar nuevos corrales tras el paso del frente dunar. Por otro lado, Allier (1977) en su estudio sobre la vegetación psamófila de la Reserva Biológica, le atribuye a los pinares de los corrales una condición de disclimax, reconociendo al igual que García-Novo & al. (1975) la adaptación del pino piñonero a estos sistemas activos de dunas.

Al margen de la polémica sobre el origen autóctono o no de esta especie, no se puede obviar que las formaciones de pinares presentes en el tren de dunas, siguen una dinámica natural, totalmente adaptada a las condiciones del medio, y cuyo comportamiento es muy diferente a los pinares de repoblación presentes en las arenas estabilizadas de la zona de estudio. Luego el papel de esta especie merece ser analizado a la hora de interpretar el paisaje.

Con el objetivo de analizar la dinámica de *Pinus pinea*, se realizaron dos transectos a lo largo del tren de dunas, donde se recogieron datos sobre las comunidades donde aparecía dicha especie. Se observó, que el pino comienza a ser frecuente en los corrales más interiores del tren de dunas (Figura 26: B), siendo su presencia puntual en los primeros corrales y dunas de pequeño tamaño más cercanas a la costa.

En algunos de los corrales húmedos del interior se registraron masas densas de pinos, en las que bajo el dosel arbolado, tan sólo crecen algunas especies herbáceas, entre las más constantes *Scirpoides holoschoenus*, *Rubia peregrina* y *Carex arenaria*. En otras ocasiones estos pinares forman un cinturón arbolado alrededor de corrales húmedos, donde se desarrollan comunidades de *Holoschoeno-Juncetum acuti*, dominadas por *Scirpoides holoschoenus*. Por último se registró el pino como especie abundante y con individuos de varias edades en matorrales de *Stauracantho genistoidis-Corematetum albi*, que se desarrollan tras el paso de un frente dunar por encima de un corral húmedo (Figura 26: C).

Tras los inventarios realizados y la consulta de las obras de García-Novo & al. (1975) y Allier (1977), se describe a continuación la dinámica del pino en los sistemas dunares activos. Es reconocido por diversos autores que para el establecimiento de las plántulas de pino, se necesita cierto grado de humedad edáfica, siendo incapaces de hacerlo en zonas donde la capa freática se encuentra alejada de la superficie. Luego los lugares donde esta especie puede prosperar en el sistema de dunas son los corrales, aunque al ser el encharcamiento otra de las causas de mortandad de las plántulas, no pueden hacerlo en los fondos de los corrales excesivamente húmedos, o susceptibles de inundación en los años más húmedos. Según García-Novo & al. (1975) los pinos se instalan en las contradunas y alrededores de los corrales formando en ocasiones bandas concéntricas paralelas a los frentes de avance dunar, como se puede observar en la Figura 26: A.

En estos sistemas es donde el pino prospera, alcanzando la madurez suficiente, antes de que el siguiente frente dunar invada el corral, para producir las semillas que asegurarán su continuidad en el sistema, o bien para alcanzar un tamaño adecuado que le permita soportar el paso del frente dunar. Tras el paso de la duna por el corral, en la mayoría de las ocasiones, los pinos establecidos mueren, pero son capaces de establecerse de nuevo a través del banco de semillas liberado por la anterior generación. Son estos pinares con matorral y con alta presencia de *Scirpoides holoschoenus* los que se desarrollan tras el avance de las dunas (Figura 26: C). Si el tiempo entre el siguiente frente dunar es el adecuado, estos pinares incipientes crecen formando masas continuas acompañadas de un matorral más o menos xérico dependiendo de la humedad edáfica imperante.

García-Novo & al. (1975) afirman que algunos pinos son capaces de soportar el paso de un frente dunar, si presentan la altura suficiente para no ser enterrados del todo. Quedan enterrados sus troncos y parte de la copa, que vuelve a ser funcional tras el paso del frente.

En resumen dependiendo del tamaño del corral, de la cercanía de la capa freática y de la cercanía del siguiente frente dunar, podemos encontrar tres formaciones donde el pino es protagonista: (i) los pinares densos sin estrato de matorral, acompañados por herbáceas cuyo sistema radicular puede alcanzar la capa freática; (ii) formando parte del matorral de camarinas, colonizando las contradunas tras el paso de un frente dunar, y (iii) pinares densos con matorral serial de monte blanco o brezal. Este último caso es el que Allier (1977) considera un dis-climax y se presenta en los corrales más interiores, de gran tamaño y donde los frentes dunares se han estabilizado.

Estos lugares donde el pino es la especie protagonista, no son los adecuados para el desarrollo de las otras dos comunidades ligadas al sistema dunar como son los sabinares o los enebrales. Por una parte la sabina ocupa con dificultad los suelos poco estabilizados y

no puede sobrevivir en ciclos cortos de destrucción, como son los que acontecen entre dos frentes dunares, en estos casos es el pino piñonero el que predomina sobre la sabina al ser capaz de colonizar muy rápidamente las zonas despejadas (García-Novo & al., 1975). Estudios comparativos sobre el comportamiento ecofisiológico de la sabina, el enebro y el pino realizados por Castillo & al. (2002) en el Paraje Natural de los Enebrales de Punta Umbría, establecen las diferencias entre el sistema radicular de las tres especies y la diferente adaptación a los periodos de estrés hídrico que desarrollan. Los resultados obtenidos por estos autores están en consonancia con los diferentes hábitats que ocupan cada una de las especies. La sabina presenta un sistema radicular superficial, siendo la especie que sufre mayor estrés en la época de estiaje, pero que tiene mayor capacidad de recuperación tras las lluvias. Estas características de rápida captación de aguas superficiales, la habilitan para poder establecerse y sobrevivir en las zonas donde el nivel freático presenta una profundidad mayor, en las que el establecimiento de las plántulas de pino es inviable. El pino y el enebro presentan sistemas radiculares más profundos, captando el agua de zonas más alejadas de la superficie, presentando una mayor adaptación al estrés hídrico del verano, lo que también los habilita para poder soportar el paso de un frente dunar.

El papel de los enebrales y pinares es más complejo de analizar, Muñoz-Reinoso (2004b) considera al pino un fuerte competidor del enebro, cuya introducción mediante repoblaciones ha desfavorecido a las formaciones de enebrales, siendo la capacidad primocolonizadora y la modificación del medio tras su establecimiento, las armas con las que cuenta para desplazar a los enebras. Sin embargo en las crestas de dunas donde se han registrado los individuos más viejos de enebras, no se han detectado pinos, lo que puede estar indicando que el enebro es más resistente al paso de un frente dunar que el pino. También en el corral del Inglesillo, una de las poblaciones más numerosas de enebras, el pino no parece establecerse bien, luego puede que la dinámica de las dos especies presente algunos puntos en común donde el pino compite de manera más agresiva, pero que el enebro presente capacidades diferentes en el establecimiento de sus plántulas y la supervivencia a lo largo del tiempo, que de lugar a al larga al establecimiento en nichos ecológicos diferentes.

A esto hay que añadir que los enebrales han sido unos bosques muy castigados por el hombre. Su situación costera, los hace muy vulnerables a la presión urbanística y además tradicionalmente su madera ha sido muy utilizada en las almadrabas costeras y en la construcción naval. Esta alta perturbación, ligada a la baja tasa de regeneración que presenta la especie por la baja tasa de germinación de sus semillas (Juan & al., 2003; 2006) le hace una especie menos competitiva frente al pino, cuya tasa de regeneración, por las observaciones realizadas en campo, es mucho más elevada.

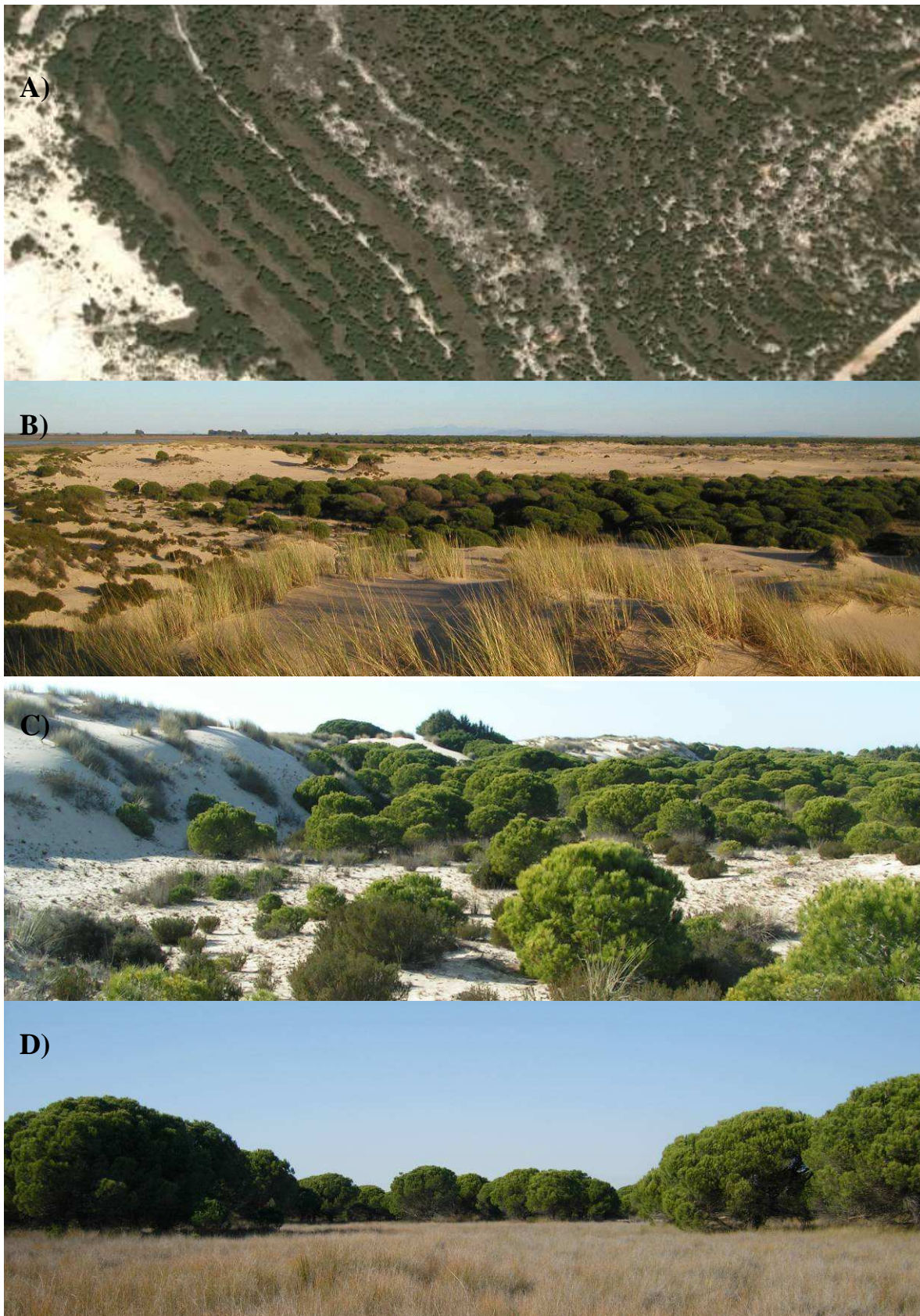


Figura 26. A) Vista aérea de las formaciones de pinar en las contraduna, denominadas en la zona gusanos (fotografía tomada de Google Earth); B) Pinar en corral entre dos frentes dunares activos (abril de 2006), C) Matorral de camarinas con pinos (diciembre de 2007); D) Corral húmedo con juncal en el centro, rodeado de pinar (diciembre de 2007).

3.4.5. Cordones litorales

Esta unidad paisajística tiene una influencia fluvial acusada, presentando zonas donde los suelos arenosos se enriquecen con elementos finos, dando lugar a la convivencia de comunidades típicas de suelos arenosos oligotrofos, con otras más típicas de suelos arcillosos y ricos en bases.

En aquellas zonas donde la potencia de las arenas es mayor se desarrollan comunidades de lentiscas y sabinas, bajo repoblaciones de pinares de gran densidad. Los sabinas se sitúan en las zonas donde la influencia del mar es todavía notable, mientras que a medida que se avanza hacia el interior, se hacen más frecuentes las formaciones de matorral noble.

Donde la potencia de las arenas es menor y el nivel freático está cercano a superficie, son frecuentes las zonas húmedas denominadas navazos, de forma alargada y dispuestas de manera más o menos paralela al cauce del río, separadas por pinares cuya dinámica se asemeja a la descrita en el epígrafe de las dunas móviles.

Por último existen dos grandes llanos o antiguos lucios ricos en elementos finos donde se desarrollan comunidades de pastizal, poco frecuentes en el resto del territorio.

También existe un sistema de playas de nueva formación donde la vegetación es escasa por la fuerte influencia de las mareas en la zona.

Se describirá la vegetación por separado de cada una de estas zonas descritas.

Serie del Sabinar

La catena de comunidades registrada, ordenada según la complejidad y madurez de las comunidades es la siguiente: *Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae*, *Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis*, *Linario donyanae-Loeflingietum baeticae*, *Linarion pedunculatae*.

Las comunidades de sabinar existentes en Marismillas son de dos tipos: sabinas abiertas y ricas en elementos heliófilos (*Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae*) y sabinas densas y ricas en elementos umbrófilos (*Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae galietosum minutuli*). En las zonas donde el dosel de pinos es muy denso, los suelos son más profundos y la movilidad del sustrato es menor, se presenta la subasociación *Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae galietosum minutuli*. Esta comunidad es rica en especies umbrófilas, y de mayores requerimientos hídricos, son frecuentes los elementos lianoides, las especies de matorral noble y las herbáceas de carácter escionitrófilo como acompañantes de las sabinas. Siendo de los dos tipos de sabinar, este último el más frecuente en la zona.

En las zonas donde el sustrato presenta una mayor movilidad se desarrolla la asociación típica de sabinar, descrita en el epígrafe de las arenas estabilizadas, de menor cobertura y rica en elementos heliófilos tanto de matorral como herbáceas.

- El matorral serial que aparece tras la destrucción de los sabinares pertenece a la asociación *Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis*, aunque su frecuencia de aparición es baja, al ser menos frecuentes que en otras áreas de la zona de estudio los desbroces y manejos del matorral.

- Los pastizales detectados en los cortafuegos de las zonas menos húmedas y de arenas más sueltas pertenecen a *Linario donyanae-Loeflingietum baeticae*.

- En los cortafuegos cercanos a la costa, donde la influencia marina es mayor se han registrado pastizales de *Linarion pedunculatae*, representados por la comunidad de *Linaria munbyana* var. *pygmaea*. Esta comunidad no aparece en el resto del área de estudio.

Serie del alcornocal

Como en el resto del área de estudio, los alcornocales están ausentes en el paisaje. En los suelos profundos y más alejados de la costa, donde la influencia de las sales transportadas por el viento es ya escasa, se desarrollan comunidades de matorral pertenecientes a *Asparago albi-Rhamnetum oleoidis*. En este caso se trata de lentiscares bajo pinares densos de gran altura, donde es frecuente la presencia de la sabina, comunidades con las que contacta siguiendo un gradiente de cercanía a la línea de costa como se ha indicado. No se ha registrado la presencia de comunidades anteriores en la sucesión, al estar estos matorrales muy bien conservados y fuera de las actividades de manejo del matorral. De igual forma, no se han registrado comunidades de alcornocal, tan sólo algunos pies dispersos, que serían la siguiente y última etapa en la sucesión.

Navazos

Como se puede observar en la Figura 27: A, en las zonas más llanas y donde la potencia de las arenas es menor, se desarrollan una serie de bandas de vegetación paralelas, donde alternan pinares con matorral serial y zonas húmedas con juncales higrófilos.

Estos pinares parecen seguir una dinámica similar a la descrita para los corrales en el apartado del tren de dunas móviles. Se instalan en los bordes o zonas más húmedas no susceptibles de inundación y cuando alcanzan una edad adulta y las arenas se siguen moviendo ya son capaces de sobrevivir, en zonas donde la capa freática está más alejada de superficie, donde conviven con un soto bosque de monte blanco o matorral noble dependiendo de la humedad edáfica imperante.

En las zonas más deprimidas, donde el encharcamiento en los años más húmedos es posible se desarrollan comunidades de *Holoschoeno-Juncetum acuti* y de *Galio palustris-Juncetum maritimi*. A medida que se deseca el navazo se observa como los pinos van colonizando las zonas centrales del mismo.

Existe un navazo donde la inundación es frecuente, y perdura en los años más lluvioso, gran parte de la primavera. Además, el contenido en sales de las aguas debe ser parecido a la laguna del Taraje, ya que tras la desecación del vaso se desarrollan comunidades de herbáceas halófilas. El corte perpendicular en dicha laguna (Figura 27: B y C) desde el exterior hasta el centro del vaso, da el siguiente esquema de comunidades: *Holoschoeno-*

Juncetum acuti, *Galio palustris-Juncetum maritimi*, *Suaedo splendidis-Salicornietum patulae*, *Galio palustris-Juncetum maritimi*, *Holoschoeno-Juncetum acuti*.

En la orla más occidental de la laguna se presentan lentiscales de gran porte, y en el borde más oriental, pinares con matorral serial xerófito.

Llanos de la Plancha

Son grandes explanadas, antiguos lucios, donde la humedad edáfica es alta en el periodo húmedo, incluso pueden llegar a encharcarse en algunas zonas (Figura 28: A). Los suelos son ricos en elementos finos por deposiciones de sedimentos de origen fluvial.

La catena de comunidades que se ha registrado comenzando por la más compleja, es la siguiente: *Polygono equisetiformis-Tamaricetum africanae*, *Galio palustris-Juncetum maritimi*, *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae*, *Hainardio cylindricae-Lophochloetum hispidae*, *Poo annuae-Coronopodetum squamati*, *Damasonio alismatis-Crypsietum aculeatae*.

- En el centro del vaso se desarrolla un tarayal, donde *Tamarix gallica* es la especie dominante.

- En contacto con este tarayal se presentan juncuales higrófilos de *Galio palustris-Juncetum maritimi*, que se disponen a modo de pequeñas manchas a lo largo de todo la explanada, en las zonas donde la inundación es temporal.

- En contacto con estos juncuales se encuentran los pastizales de *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae*, etapa de degradación de los mismos por acción de los herbívoros. Estas comunidades alcanzan un gran desarrollo, ocupando casi la totalidad del vaso (Figura 28: B y C).

- En las zonas del vaso con mayor contenido en arcillas y mayor salinidad, se desarrollan los pastizales halonitrófilos de *Hainardio cylindricae-Lophochloetum hispidae*.

- Cuando el grado de pisoteo y nitrificación es intenso estos pastizales se transforman en comunidades de *Poo annuae-Coronopodetum squamati*.

- Por último, es las zonas arcillosas húmedas que se encharcan, al desecarse y una vez el suelo está cuarteado, se desarrollan las comunidades de *Damasonio alismatis-Crypsietum aculeatae*.

-Orlando al vaso de este lucio se desarrollan lentiscales.

Comunidades de origen antrópico

La existencia de antiguas cabañas en el poblado de la Plancha, permite el desarrollo sobre el techo de las mismas de las comunidades de *Umbilicetum rupestri-gaditani*, propias de muros y paredes de zonas umbrías.



Figura 27. A) Vista aérea de los cordones litorales de Marismillas (fotografía tomada de Google Earth); B) Detalle del navazo denominado Laguna Larga en diciembre de 2006; C) Detalle del mismo navazo en mayo de 2007.



Figura 28. A) Vista aérea de los lucios presentes en Marismillas (fotografía tomada de Google Earth);
B) y C) Aspecto en la primavera de 2007 del Lucio o Llano de la plancha.

3.4.6. Vera

La vera abarca una franja de norte a sur, que incluye territorios del Parque Nacional y Reserva Biológica. Su fisionomía se asemeja a una costa donde son frecuentes los pequeños entrantes y salientes, que dan lugar a una distribución compleja de las comunidades por los diferentes gradientes de humedad que se generan. Se sitúa en la zona de contacto entre las arenas estabilizadas y la marisma, presentando caracteres intermedios entre ambas. La humedad edáfica es elevada, ya que recibe las descargas regionales del acuífero, provenientes de las arenas estabilizadas. En los años lluviosos, discurren las aguas desde las arenas hasta la marisma por una serie de pequeños cauces, denominados caños. En las zonas de contacto, y gracias a estas descargas se forman pequeños charcones o lagunas donde la lámina de agua se prolonga durante más tiempo, que permiten la existencia de comunidades acuáticas.

Es por tanto una unidad rica en comunidades hidrófilas, cuya distribución depende de la humedad edáfica, la salinidad y la riqueza en elementos finos de los suelos.

Debido a su alta productividad, se trata de una zona muy frecuentada por los herbívoros, tanto silvestres como domésticos, los cuales juegan un papel fundamental en el modelado de la vegetación.

A continuación se presentan dos cortes perpendiculares, desde las arenas hacia la marisma, como ejemplo de la catena de comunidades que se pueden encontrar a lo largo de la vera.

El Martinazo

La catena de comunidades que se ha registrado, partiendo desde las arenas estabilizadas hasta llegar a la marisma, es la siguiente: *Chamaemelo mixti-Vulpietum alopecuroris*, *Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae*, *Lonicero-Rubietum ulmifolii*, *Galio palustris-Juncetum maritimi*, *Holoschoeno-Juncetum acuti*, *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae*, *Hainardio cylindricae-Lophochloetum hispidae*, *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris*, *Bolboschoenetum maritimi*, *Damasonio alismatis-Crypsietum aculeatae*.

- En la franja de vera cercana al Palacio, denominada pajarera, existen numerosos alcornoques, fresnos y álamos de gran porte, que son utilizados por numerosas aves para nidificar. En la Figura 29: A se puede observar una vista general de la pajarera, una de las zonas con mayor densidad de arbolado del territorio, sin contar los pinares de repoblación.

- En la zona de arenas donde ya se denota una humedad edáfica mayor que en las arenas estabilizadas y el contenido de nitrógeno en los suelos es mayor por acción de los herbívoros, se desarrollan los pastizales de *Chamaemelo mixti-Vulpietum alopecuroris*.

- En una franja más cercana a la marisma, donde la humedad edáfica es mayor crecen las comunidades de vivaces de *Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae* (Figura 29: B), dominadas por la presencia de *Asphodelus aestivus* y *Armeria gaditana* y un cortejo de menor porte rico en elementos de *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*.

- Los zarzales se presentan en los puntos donde la humedad edáfica es elevada durante gran parte del año, pero no existe encharcamiento. Se han registrado cerca del caño y algunas manchas dispersas en las zonas más alejadas de la inundación con aguas dulces de la marisma.

- En el vaso de la marisma de aguas dulces se instalan dos de los juncuales higrófilos más frecuentes en el área de estudio: *Galio palustris-Juncetum maritimi*, *Holoschoeno-Juncetum acuti*, los primeros en lugares donde la humedad edáfica es mayor y los segundos ligeramente menor. El cortejo de estos juncuales es rico en elementos nitrófilos al ser muy utilizados por los herbívoros como refugio y área de descanso.

- Si desaparecen estos juncuales las comunidades que se desarrollan son los pastizales de *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae* Esta es una comunidad muy frecuente en la vera, formando céspedes densos en las zonas donde la humedad es elevada, pero no hay encharcamiento.

En la Figura 29: B se pueden observar los diferentes juncuales, en contacto con los pastizales de *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae* y hacia el exterior con los gamonales de *Asphodelus aestivus*.

Las comunidades de *Hainardio cylindricae-Lophochloetum hispidae*, contactan con los anteriores, situándose en las zonas de marisma inundadas durante poco tiempo, con suelos ricos en elementos finos y donde la salinidad es mayor.

En la zona donde existe inundación por aguas dulces, pero la lámina de agua perdura durante menos tiempo, se desarrollan las comunidades de helófitos de *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris*.

Hacia el interior y marcando el límite con las comunidades halófilas de la marisma, se desarrollan las comunidades de *Bolboschoenetum maritimi*, muy extendidas por toda la vera. Cuando la lámina de agua aun permanece, conviven con comunidades de *Charetum vulgaris*, caracterizadas por la presencia de *Chara vulgaris* var. *vulgaris*.

Cuando la lámina de agua se deseca y los suelos están cuarteados, se desarrollan las comunidades de verano de *Damasonio alismatis-Crypsietum aculeatae*.

El Puntal

La catena de comunidades que se ha registrado, partiendo desde las arenas estabilizadas hasta llegar a la marisma, es la siguiente: *Chamaemelo mixti-Vulprietum alopecuroris*, *Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae*, *Galio palustris-Juncetum maritimi*, *Juncetum rugoso-effusi*, *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae*, *Hainardio cylindricae-Lophochloetum hispidae*, *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris*, *Bolboschoenetum maritimi*.

- En este caso a diferencia del anterior, la pendiente que se presenta desde las arenas hasta la marisma es mayor, como consecuencia, las descargas del acuífero son más bruscas y en algunos puntos se forman charcones de aguas higróturbosas, que da lugar a la existencia de comunidades características de estos medios como los juncuales de *Juncetum rugoso-effusi*.

- En estas zonas de pendiente se desarrollan helechales dominados por *Pteridium aquilinum* que se asemejan a los descritos en el epígrafe de las turberas (ver Figura 29: C), reflejo de las descargas regionales del acuífero en esta zona (Muñoz-Reinoso & García-Novo, 2005)

- En los charcones, en general de aguas muy eutrofizadas, se han registrado comunidades de *Lemno-Azolletum filiculoidis*.

- En las zonas donde no existen estos charcones la catena de comunidades sigue el mismo esquema que la descrita para la zona del Martinazo, no habiéndose registrado en este transecto ni zarzales ni juncales de *Holoschoeno-Juncetum acuti*.

Para terminar de describir el paisaje asociado a este sistema, habría que mencionar la zona de transición entre las arenas y la vera, denominada por algunos autores como perivera (Muñoz-Reinoso & García-Novo, 2005) donde las descargas regionales del acuífero son las que modelan y estructuran la vegetación. En esta zona podemos encontrar formaciones de alcornoques mezclados con álamos, en las zonas donde las descargas regionales mantienen una humedad constante a lo largo del año, permitiendo el desarrollo de formaciones arboladas más exigentes en humedad. Estas formaciones se pueden ver en la Figura 29: A, donde se observa la famosa Pajarera de Doñana. Estas manchas de alcornoques, representan retazos del alcornocal termófilo con helechos (*Oleo sylvestris-Quercetum suberis pteridetosum*) que debería haber en la zona, si cesaran las causas de la perturbación a la que se encuentran sometidos.

En algunas zonas de la perivera o franja ecotónica entre los pastizales de la vera y las arenas de los cotos, donde la potencia de las arenas es un poco mayor, se desarrolla un matorral serial de transición, dominado por *Ulex australis* y *Halimium halimifolium*. Esta mezcla de especies propias del monte negro y del monte blanco, refleja la situación ecotónica del lugar.

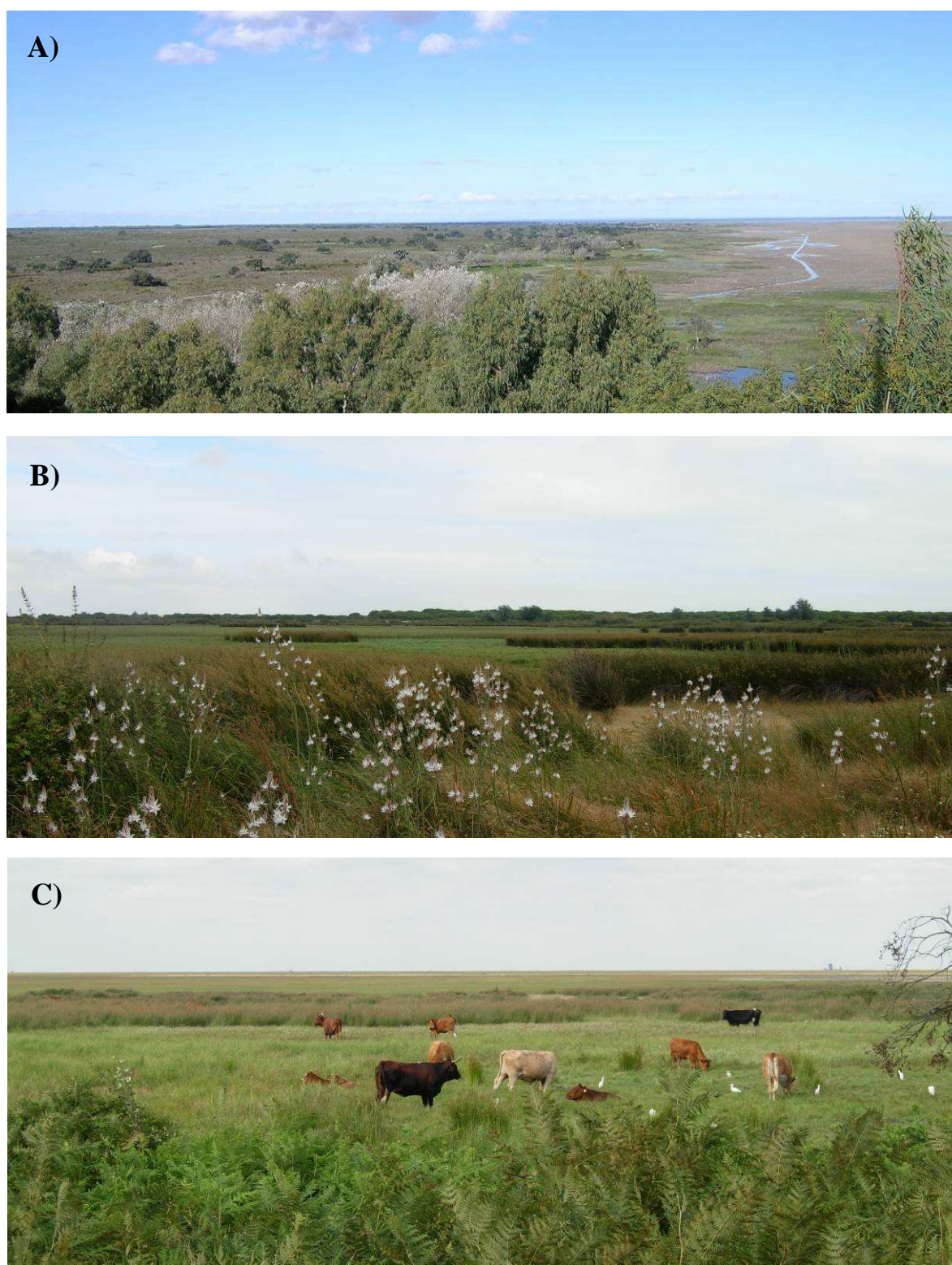


Figura 29. A) Vista de la vera desde la torre forestal de Palacio en dicimembre de 2006; B) Vera cerca del lucio del Caballero en mayo de 2007; C) Vera del Puntal en mayo de 2007.

El límite sur de la zona conocida como vera, coincide más o menos con la presencia del cerro de los Ánsares, una gran duna activa paralela a la marisma y en avance hacia la misma (Figura 30: A y B). En esta zona no existe una gradación de humedad, siendo el contacto muy brusco entre la duna activa y la marisma. La presencia de esta duna genera unas zonas húmedas por descarga del acuífero dunar, muy particulares que albergan una flora muy singular dentro del área de estudio. Al recibir aportes de agua continuos del acuífero dunar, se desarrollan suelos de carácter turboso que son colonizados por especies propias de estos hábitats. En algunos puntos en los que las descargas son mayores se forman lagunas permanentes como la Laguna del Hondón (Figura 30: A).

Un corte que resuma las comunidades presentes en estas zonas de contacto entre la duna y la marisma podría ser el siguiente: *Lonicero hispanicae-Rubetum ulmifolii*, *Thypo angustifoliae-Phragmitetum australis*, *Irido pseudacori-Polygonetum serrulati*, *Juncetum rugoso-effusi*, *Scirpo fluitantis-Juncetum heterophyli*, *Anagallido tenellae-Juncetum bulbosi*.

- Los zarzales se desarrollan como un cinturón denso de vegetación que marca la zona de contacto entre la duna y la marisma. En algunas ocasiones se acompañan de helechales dominados, en la mayoría de los casos, por *Thelypteris palustris* (Figura 30: B).

- En las zonas de contacto, permanentemente húmedas son frecuentes las comunidades de *Thypo angustifoliae-Phragmitetum australis*, representadas por carrizales y espadañales y las comunidades de *Irido pseudacori-Polygonetum serrulati*, en las zonas donde la inundación perdura todo el año.

- En contacto con estas formaciones, en algunos puntos donde el encharcamiento es menor pero los suelos están muy húmedos durante gran parte del año, se desarrollan comunidades propias de las turberas, como praderas de *Molinia caerulea* subsp. *arundinacea*, que se introducen en la marisma hasta el límite donde las descargas del acuífero dunar dejan de proporcionar la humedad elevada que necesitan estas praderas de vivaces para su establecimiento.

- Son también frecuentes los juncuales de *Juncetum rugoso-effusi* y *Scirpo fluitantis-Juncetum heterophyli*, en zonas permanentemente encharcadas. En estas zonas, estos juncuales son ricos en especies poco frecuentes en el área de estudio como *Prunella vulgaris*, *Mentha acuatica* y *Epilobium parviflorum*, presentes en los primeros y *Cyperus fuscus*, *Cyperus laevigatus* y *Pycreus flavescens* en los segundos.

- En las zonas de carácter turboso acusado donde la inundación es menos prolongada se pueden encontrar los juncuales de *Anagallido tenellae-Juncetum bulbosi*.

- Por acción del ganado, se forman céspedes en las zonas de encharcamiento temporal, muchas veces dominados por *Paspalum vaginatum*, síntoma del exceso de pisoteo y nitrificación que existe en algunos puntos.

- Por último, en algunos charcones se localiza la comunidad de *Lemno minoris-Hydrocharition morsus-ranae*, cuya presencia en la zona de estudio esta limitada a estos

ambientes (Figura 30: C). En estos charcones es frecuente la presencia de *Wolffia arrhiza* en algunas de las comunidades *Lemnetea*.



Figura 30. A) Laguna del Hondón en septiembre de 2008; B) Vista panorámica de la zona de contacto entre el cerro de los Ánsares y la marisma en julio de 2008; C) Población de *Hydrocharis morsus-ranae* en la Retuerta en julio de 2006.

3.5.- Flora

El presente capítulo se divide en dos apartados; en el primero se incluye el de listado de las especies alóctonas registradas en la zona de estudio; en el segundo apartado se realiza una breve síntesis de los diferentes aspectos desarrollados a modo de fichas en el primer apartado, y se presenta un listado del total de especies alóctonas presentes en la zona de estudio, incluyendo las citadas por otros autores que no han sido detectadas durante el presente trabajo. A lo largo del capítulo se utilizará el término “comunidades naturales” para referirse a las comunidades vegetales de la zona no alteradas, directa o indirectamente, por actividades de origen antrópico

3.5.1.- Especies alóctonas localizadas en la zona de estudio

Dada la amplia bibliografía y terminología asociada que existe acerca de las especies exóticas, se ha decidido utilizar las definiciones propuestas por Richardson & al. (2001), con el fin de utilizar una caracterización homogénea a la hora de clasificar o categorizar la flora introducida del área de estudio. Así pues, se considerarán especies alóctonas aquellos táxones que no siendo autóctonos de un territorio geográfico, han sido introducidos, de manera intencionada o accidental, por la actividad humana. Se ha considerado como especies naturalizadas a aquellos táxones alóctonos que se reproducen y mantienen sus poblaciones sin necesidad de la intervención humana. Las especies introducidas se consideraran invasoras cuando son capaces de propagarse a distancias y ritmos considerables desde su población inicial sin necesidad de la intervención del hombre. Además, este comportamiento deben de demostrarlo en un plazo inferior a 50 años desde su introducción. En resumen, una especie se considera invasora cuando ha sido introducida por el hombre, naturalizada en el territorio y presenta una gran capacidad y rapidez para formar nuevas poblaciones. Randall & al (2008), sustituyen el término invasora por la frase “especies no nativas que presentan un impacto negativo en la biodiversidad”.

Dado lo reducido del área de estudio, y habiéndose detectado especies dentro del mismo que, si bien pertenecen a la flora a escala regional, han sido introducidas en el territorio de estudio por actividades o alteraciones del medio provocadas por el hombre, se ha considerado interesante incluir el término de especies alóctonas locales citado por Dana & al. (2005). Este término hace referencia a especies que, dentro de un mismo país, han superado una barrera geográfica gracias a la intervención humana, pudiendo colonizar así nuevas provincias o territorios botánicos en los que no existían anteriormente. Son pues, taxones introducidos pero no están naturalizados, su presencia en el territorio depende de que no cese la intervención humana que facilitó su introducción. Según la terminología propuesta Kornas (1990), referente al grado de naturalización o grado de asentamiento en los ecosistemas, se considerarían efemerófitos (especies casuales o temporales).

Las principales vías de entradas de especies alóctonas, según las obras consultadas para este estudio (Dana & al., 2005; Capdevila & al., 2006), habría que dividir las en dos categorías: las especies introducidas de forma accidental o no intencionada y las introducidas de forma intencionada. Entre las vías de entrada de forma intencionada, podríamos enumerar algunas de las más comunes como la agricultura, las actividades forestales, estabilización de dunas y taludes, mejoras de suelo y freno de la erosión.

Entre las actividades que generan introducciones no intencionadas, en las cuales el hombre está siempre implicado, se podrían citar el transporte de productos agrícolas, madera, semillas, flores y plantas, el abatimiento de barreras geográficas por obras de ingeniería, descargas de aguas de lastre, antropocoria y utilización de organismos como vectores de entrada.

A continuación se enumeran las especies introducidas que se han detectado en el área de estudio creciendo de forma espontánea, de manera que no se incluyen las especies cultivadas para cualquier fin, a menos que se haya comprobado en este estudio su aparición silvestre en la zona. En cuanto a las alóctonas locales, sólo se incluyen en la lista que sigue aquellas únicamente han aparecido y han sido citadas en la zona de estudio en medios alterados por el hombre, las cuales desaparecerían del catálogo florístico en caso de desaparecer la alteración.

La información se presenta a modo de ficha. En cada uno de los taxones se ha recogido información sobre su origen, forma y fecha de introducción, grado de naturalización, perturbación del medio y hábitat que colonizan en el área de estudio y su grado de incidencia en el mismo. En el caso de la fecha de introducción de algunos taxones no existen datos concretos, en estos casos se aporta la primera cita bibliográfica de la especie en el territorio.

ADIANTACEAE

Adiantum

A. capillus-veneris L.

Origen: Nativa de la Península Ibérica.

Forma y fecha de introducción: Especie citada por Galiano & Cabezudo (1976) en el Palacio de Doñana. La forma de introducción está ligada a la construcción de infraestructuras de origen antrópico como pozos, que generan hábitats susceptibles de ser colonizados por este pteridofito, normalmente ligado a paredes rezumantes y ambientes siempre frescos y húmedos, generalmente en medios ricos en carbonato cálcico.

Grado de naturalización: Fuera de estas infraestructuras, no se tiene constancia de la presencia de este helecho, luego no se considera naturalizado en el territorio de estudio. Se trata de un taxón de carácter adventicio, cuya presencia en el territorio depende de la existencia de estos pozos.

Perturbación del medio: Al no estar naturalizada, no presenta capacidad para perturbar las comunidades naturales de la zona. Se considera una especie alóctona local de carácter adventicio.

Hábitat y grado de incidencia: El grado de incidencia es nulo, al estar su presencia en el territorio relegada a infraestructuras de origen antrópico. En el área de estudio se ha localizado en el interior del pozo del patio del Palacio de Doñana.

AZOLLACEAE***Azolla******A. filiculoides* Lam.**

Origen: América tropical.

Forma y fecha de introducción: Según García-Murillo & al. (2007) la primera cita de *A. filiculoides* en la Península se remonta a 1920 en el río Sado en Portugal, en España se recolecta por primera vez en el año 1957 en el río Llobregat. Desde entonces, esta especie ha colonizado numerosos enclaves, siendo sus poblaciones mayores en el suroeste peninsular. Citada por primera vez en Doñana en el año 2001 en el Bolín, Laguna del Hondón, marismas de Hinojos, Estación Biológica de Doñana y Jucabalejo (Cobo, 2002). No se conocen las causas concretas de su introducción en Doñana, Cobo (2002) apunta como posible causa de su introducción los movimientos de avifauna procedente de humedales invadidos, mientras que la causa de su proliferación podría ser la eutrofización a la que están sometidos los humedales del Parque Nacional, debido a la sobrecarga de ganado; no obstante los cultivos de arroz y la contaminación de las semillas puede ser un factor importante en la invasión de esta especie en nuevas zonas, así como su dispersión por aves acuáticas (Sanz-Elorza & al., 2004).

Grado de naturalización: Naturalizada. La eutrofización de la marisma ha influido positivamente en su expansión, de acuerdo con Sanz-Elorza & al. (2004), el Grupo Especialista en Invasiones Biológicas (2006) y García-Murillo & al. (2007).

Perturbación del medio: De acuerdo con Grupo Especialista en Invasiones Biológicas (2006) y Sanz-Elorza & al. (2004), cubre las superficie del agua creando un denso tapiz como consecuencia del cual disminuye la entrada de radiación, disminuye el intercambio gaseoso y altera las condiciones físico-químicas del agua. Esto conlleva la disminución de la biodiversidad, afectando especialmente a las especies autóctonas acuáticas. Cuando se descompone, se agudizan los problemas de anoxia y contribuye a la eutrofización de las aguas, efecto que se ve agravado por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, gracias a la simbiosis que establece con la cianofícea *Anabaena azollae* Strass.

Hábitat y grado de incidencia: Se ha detectado su presencia en 13 inventarios, de los cuales dos pertenecen a comunidades de *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris*, tres a comunidades de *Bolboschoenus maritimi*, uno a comunidades de *Scirpo lacustris-Phragmitetum*, uno a comunidades de *Typho angustifoliae-Phragmitetum australis* y seis a comunidades de *Lemnetea*. Los inventarios corresponden a localidades dispersas a lo largo de la zona de contacto entre la marisma y la vera, en zonas inundadas por aguas dulces, algunas de ellas con síntomas de eutrofización. No se ha registrado su presencia en ninguno de los humedales interiores muestreados de la zona de estudio. Es un taxón frecuente desde la desembocadura de los Sotos en la Marisma, en la zona norte de la vera, hasta La Retuerta, localidad más al sur donde se ha detectado *Azolla filiculoides*. Por tanto, se puede afirmar que el grado de colonización es alto. En las comunidades de helófitos que invade no supone competencia, sin embargo podría suponer un problema para otros pleustófitos como *Lemna gibba*, *Lemna minor* y *Wolfia arrhiza* típicos de la vegetación flotante o para la vegetación sumergida, en el caso de

que incrementarán sus poblaciones creando, densos tapices que impidan la entrada de luz a capas inferiores. Según Dana & al. (2005) el éxito colonizador de esta especie está fuertemente determinado por la concentración de fósforo asimilable en el agua, llegando a triplicar sus poblaciones si las concentraciones son elevadas. Si la eutrofización de las aguas no es muy acusada y no existen vertidos de origen agrícola que eleven la concentración de fósforo, esta especie no tendría porque tener carácter invasor en Doñana. El problema es la creciente perturbación de los medios acuáticos en el área de estudio, donde la sobrecarga de herbívoros, tanto silvestres como domésticos, unido a las posibles filtraciones al acuífero de agroquímicos procedentes de la agricultura intensiva desarrollada en la zona desde los años 70 del siglo pasado, están provocando un aumento de la eutrofización de las aguas. Actualmente está en vigor el Convenio de Colaboración entre el Organismo Autónomo de Parques Nacionales y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas titulado: “Estudio y control del helecho acuático invasor *Azolla filiculoides* en los humedales del P.N.Doñana” (2005-2008).

PINACEAE

Pinus

***P. pinea* L.**

Origen: Según Do Amaral Franco (1986) presente en el sur de Europa y oeste de Asia, frecuente en el centro, sur y oeste peninsular, formando bosques puros o mixtos con *Pinus pinaster* o *Quercus suber*. Su condición de especie autóctona en la zona es un tema controvertido existiendo en la literatura opiniones encontradas. Se ha incluido en esta sección porque sea o no originario de la zona sí es cierto que ha sido una especie favorecida por el hombre en Doñana.

Forma y fecha de introducción: El pino piñonero ha sido cultivado desde muy antiguo por sus piñones, madera, resina y brea. Muchos de los autores consultados coinciden en que ha sido una especie difundida y favorecida por el hombre desde muy antiguo, a lo largo de toda la cuenca mediterránea (Costa-Tenorio & al., 1997; Ceballos & al., 1996; Gil-Sánchez, 1999; Martínez & al., 2004).

Esta intervención antrópica hace difícil saber en la actualidad, que masas están dentro de su área natural o potencial y cuales de ellas han sido originadas por la mano del hombre.

El área de distribución actual de la especie según Martínez & al. (2004) cuenta con poblaciones en diversos países de la cuenca mediterránea, desde el oeste de Portugal, España, Francia, Italia, Albania, Croacia, Bosnia, Grecia, Turquía, Siria, Líbano, Israel y las riberas del Mar Negro desde Crimea y sur del Cáucaso, Egipto, Libia, Túnez, Argelia y Marruecos. Fuera de esta región se han detectado algunas plantaciones experimentales en las costas Georgianas del Mar Negro, Azerbaiyán, Zimbabwe, Sudáfrica y en Argelia y Brasil.

Sobre el origen de *Pinus pinea* se ha generado una amplia bibliografía, en muchos casos polémica, por la disparidad de opiniones al respecto. Los estudios realizados en Europa siguen esta polémica, existiendo trabajos con hipótesis encontradas sobre el origen de esta especie en la mayoría de los países donde en la actualidad hay bosques de pinares. Según Martínez & al. (2004) existen estudios que afirman que la especie es autóctona

de toda la cuenca del Mediterráneo, otros sitúan su origen en diversas partes de la cuenca, algunos afirman que es originaria del mediterráneo oriental y Asia Menor, mientras que otros afirman que su origen es del Mediterráneo Occidental más concretamente en la Península Ibérica. En los estudios realizados en Francia, Italia, Turquía y España no hay consenso sobre la naturalidad o la introducción del pino piñonero.

En Turquía las poblaciones se consideran naturales por mucho de los autores que han escrito sobre el tema, también Creta y Líbano son otros de los lugares donde algunos autores coinciden en la naturalidad de los pinares y en los que existen series de vegetación encabezadas por el pino piñonero. Las poblaciones existentes en Grecia, Italia y Francia han sido más polémicas coincidiendo, muchos autores que son poblaciones subespontáneas de origen antrópico, y otros tantos que existen pinares naturales (Martínez & al., 2004).

En España ha habido un debate a lo largo de los años muy controvertido, ya que es el país de la cuenca mediterránea que en la actualidad presenta mayor superficie cubierta por *Pinus pinea* (Martínez & al., 2004). Para la gestión, toma de decisiones y manejo de estos pinares es interesante saber si se trata de una especie autóctona o alóctona, de ahí que el debate haya sido intenso y no falto de polémica. Existen opiniones que apuntan al origen de la especie en el mediterráneo oriental, considerándola introducida en la Península Ibérica y otras que consideran naturales los pinares, aunque reconocen la expansión de sus bosques gracias a la intervención antrópica. Entre los trabajos que defienden la espontaneidad del pino piñonero en la Península existen pocos trabajos que definan la ecología de los pinares y su papel en la dinámica de la vegetación.

En el presente apartado se hará un breve repaso, basado en algunos de los trabajos publicados sobre el tema, centrandó el análisis en el territorio de estudio al que hacen referencia la mayoría de estos estudios, debido a las grandes poblaciones existentes en la provincia de Huelva.

Uno de los primeros estudios fitosociológicos que incluyen a *Pinus pinea* como especie característica de una asociación climax, lo realizó Burgers en 1948 en la provincia de Huelva. Éste autor describe por primera vez las asociaciones de matorral y pastizal de las arenas estabilizadas y las relaciones de sucesión con los dos climax que reconoce en la zona, el pinar y el alcornoque. En su trabajo, define dos series de vegetación, la primera de ellas parte de un pastizal que denomina *Corynephorretum fasciculati*, y que considera favorecido por las quemadas de algunas parcelas para la siembra, este pastizal evoluciona a un matorral denominado *Helianthemum halimifolii* cuya etapa climax es el pinar denso dominado por *Pinus pinea* acompañado por *Cistus salviifolius*, *Halimium libanotis*, *Briza maxima*, *Asterolinon linum-stellatum*, *Galium verticillatum* que denomina *Pinetum piniae*. La fisionomía de este bosque de pinos, la describe como un pinar denso donde el estrato arbustivo es escaso, siendo el estrato herbáceo el predominante. Reconoce a su vez, la subasociación *Helianthemum halimifolii scrofularietosum* cuya etapa climax sería un *Pinetum piniae* con alcornoques no muy denso. El *Pinetum piniae* según este autor se desarrolla sobre suelos donde el agua subterránea tiene poca influencia. La segunda serie de vegetación que describe, se refiere a terrenos más húmedos donde se desarrollan dos tipos de matorral: *Ericetum scopariae*, brezales dominados por *Erica scoparia* y *Calletunetum vulgaris* matorrales

dominados por *Calluna vulgaris* y con muchas especies comunes a las comunidades de *Helianthemum halimifolii* y *Ericetum scopariae* considerándola una comunidad de transición entre ambas. Esta segunda serie evolucionaría hacia un alcornoque o *Quercetum suberis*. La degradación de los pinares en la zona, indica el autor se debe al uso del fuego, presencia de ganado y cortas irregulares de madera, y la de los alcornoques además, por la degradación de los suelos.

A pesar de esta descripción de la vegetación este autor indica que el pino puede ser introducido, pero desde regiones muy cercanas, reconociendo que documentos más antiguos apuntan a una mayor presencia de alcornoques en la zona. Por último concluye que el *Pinetum* puede ser una versión degradada del clímax original que estaría compuesto por más especies.

Otro estudio realizado en el Líbano por Feinbrun (1959) describe una asociación climax caracterizada por *Pinus pinea*. Éste autor no concibe los pinares como comunidades permanentes o bosques de transición hacia comunidades climácicas dominadas por especies de *Quercus*, sino que considera las formaciones de pino como representantes de la etapa madura de zonas con condiciones edáficas específicas, donde los bosques de *Quercus* no pueden desarrollarse. No acepta a *Pinus pinea* como una especie facilitadora de otras típicas de etapas más maduras o complejas. Estas dos razones le llevan a describir la asociación de *Pinetum pineae* como etapa climácica de los suelos arenosos. Los define como bosques abiertos, donde el pino no supera valores de cobertura mayores al 50% y esta acompañado por especies arbustivas como *Lavandula stoechas*, *Halimium umbellatum*, *Cistus salviifolius* y *Calicotome villosa* entre las más abundantes.

Los estudios fitosociológicos posteriores realizados en la Península no reconocen a *Pinus pinea* como especie autóctona, sino como propiciada por el hombre en detrimento de las especies climácicas de la zona en su mayoría quercíneas. Los trabajos realizados en el litoral gaditano-onubense por Rivas-Martínez (1965) Rivas-Martínez & al. (1980) y Asensi & Díez-Garretas (1987) describen como vegetación potencial de las dunas los sabinares y los enebrales pero no incluyen al pino en ninguna de las dos, ni hacen referencia a la dinámica natural que presenta la especie en estos lugares, sea natural o no. En los bosques de alcornoques que se describen como vegetación clímax en las arenas estabilizadas tampoco tiene cabida el pino según estos autores. En el último listado de comunidades vegetales realizado por Rivas-Martínez & al. (2001) (2002) esta filosofía sigue vigente, no incluyendo ninguna comunidad donde *Pinus pinea* sea protagonista. Pérez-Latorre & al. (1999a) en su propuesta sintaxonómica sobre las comunidades de gimnospermas de la provincia bética indican que, éstas comunidades, ocupan posiciones ecológicas marginales respecto a las formaciones climácicas dominadas por fagáceas. A los pinares y sabinares los consideran generalmente asociados a suelos azonales entre los que incluye los que prosperan sobre suelos arenosos litorales pertenecientes a *Juniperion turbinatae*. El papel que estos autores le atribuyen a *Pinus pinea* es de comunidad permanente en medios edafoxéricos en combinación con especies como *Corema album* y *Stauracanthus genistoides*.

González-Bernáldez & Díaz-Pineda (1977) en su descripción del grado de artificialidad de los ecosistemas del bajo Guadalquivir, se refieren al cordón litoral de dunas Doñana como el área natural de *Pinus pinea* donde se encuentra totalmente adaptado e indican

que este ecosistema ha presentado una baja influencia humana a lo largo de la historia. Estos autores no hacen referencia explícita a si el pino piñonero es o no autóctono de la zona, tan sólo indican la naturalidad del mismo en el sistema de dunas móviles.

Costa-Tenorio & al. (1997) reconocen al pino piñonero como especie autóctona, apoyándose en las evidencias de los estudios polínicos y hallazgos arqueológicos. Según estos autores los pinares ligados a los arenales litorales, constituyen una orla de bosque entre las formaciones del interior y el mar que desempeña una labor muy importante en la retención de arenas que son arrastradas por la intensa acción de los vientos costeros. Entre las especies acompañantes a estos pinares destaca la presencia de sabina y lentisco y en los pinares sobre arenas más estables destaca la presencia de especies como *Halimium halimifolium*, *Stauracanthus genistoides* y *Corema album*. La dinámica de los pinares naturales, la asocian estos autores, al sistema de dunas móviles, donde se presenta ocupando los corrales en los que la profundidad del nivel freático permite en general una abundante regeneración, siendo el tiempo que transcurren entre el paso de dos frentes dunares suficiente para que el pino alcance talla adulta y capacidad de diseminación. Tras el paso de la duna el pinar muere o bien si ésta no presenta una altura elevada, como es el caso de los extremos de los frentes de avance, el pino no es enterrado del todo pudiendo sobrevivir al paso de las arenas.

Por otro lado existen autores que no reconocen el pino piñonero como especie autóctona, pero si originaria de la cuenca mediterránea. Ceballos & al. (1996) centran su origen en Asia Menor o Creta, desde las que se difundiría hacia los países más occidentales de la cuenca mediterránea, hipótesis que apoya López-González (1982) apuntando que en las épocas de las colonias fenicias y griegas y la época del Imperio Romano fueron las responsables de la introducción en la zona occidental de dicha especie.

La paleobotánica es otra ciencia que ha generado mucha información respecto al dilema de la naturalidad de los pinos en la península ibérica. Los estudios paleopolínicos, unidos al estudio de restos arqueológicos y a la búsqueda de datos en los tratados históricos, son los tres métodos en que se basa la paleobotánica a lo hora de intentar reconstruir de una manera lo más fiel posible un paisaje vegetal pretérito.

Han sido numerosos los estudios polínicos que se han realizado en la provincia de Huelva, la mayoría de ellos dentro del área de estudio. Estos permiten una reconstrucción parcial de la vegetación y su evolución en un tiempo más o menos amplio dependiendo de la antigüedad del depósito, aunque la interpretación de los resultados no está exenta de polémica. Entre los argumentos en los que se basan la mayoría de las críticas a estos trabajos, están la incapacidad de identificar los granos de polen a nivel de especie y las dudas sobre si el polen depositado proviene de la zona donde se realiza el estudio o de lugares alejados, dada la capacidad del polen de las especies anemófilas de recorrer grandes distancias (Martínez & al., 2004). La ecología de las posibles especies, así como el estudio de los vientos predominantes en la zona ha descartado estas críticas como válidas.

Los estudios polínicos requieren, para que sus resultados sean exitosos, la extracción a lo largo de una secuencia obtenida en depósitos donde se conserven bien los granos de polen. La existencia de capas de turba antiguas en algunos puntos del Parque Natural y

Nacional de Doñana es lo que ha permitido que en el área de estudio haya literatura científica de este tipo. Uno de los primeros trabajos se realizó en la laguna de las Madres por Menéndez & Florschütz (1964), estos autores datan las muestras analizadas en un primer depósito de 2220 ± 80 años antes de la era actual y otro de 4550 ± 80 . Las especies arbóreas que detectan en el registro pertenecen a los géneros *Pinus*, *Salix*, *Betula*, *Alnus*, *Corylus* y a quercíneas. En el registro polínico perteneciente al arbolado se observan dos etapas de deforestación muy acusada, una hace unos 4500 años y otra aproximadamente hace 2500 años. En sus conclusiones los autores concluyen que en los alrededores de la laguna la cobertura arbórea era escasa y que los árboles predominantes fueron los pertenecientes al género *Salix* y *Quercus*, aunque el pino también está presente a lo largo de todo el registro polínico. A este estudio le siguen los realizados por Stevenson (1984) en el Asperillo; Stevenson (1985b) en la Laguna de las Madres y Stevenson & Moore (1988) en El Acebrón. El polen de pino está presente en todos los registros polínicos derivados de estos estudios.

Stevenson (1984, 1985b) y Stevenson & Moore (1988) interpretan las diferencias en la proporción de las distintas especies arbóreas de los registros polínicos en base a, que tanto la zona del Asperillo, como la Laguna de las Madres presentaron dinámicas muy parecidas a las que podemos observar hoy en día en el tren de dunas móviles del Parque Nacional de Doñana. Las épocas donde predomina el polen de *Pinus* frente al de otras especies, las señalan como tiempos de mayor inestabilidad y mayor movilidad del sustrato al que esta especie se encuentra mejor adaptada que las restantes. La disminución de polen de *Pinus* coincide en muchas ocasiones con el aumento del polen de *Juniperus*, hecho que Stevenson (1985b), interpreta como una estabilización del sustrato predominado estas especies mejor adaptadas que desplazan al pino. Respecto a la situación del género *Quercus* también presente en los registros, pero en menor proporción, los descensos o aumentos de polen los relacionan con fenómenos de perturbación del medio, sobre todo de origen antrópico como fuego, plantaciones de vid y ganadería, así como por perturbaciones en la dinámica de las arenas que, cuando se mueven colonizan zonas aumentando la distancia de la capa freática a superficie y eliminando la vegetación de mayor exigencias hídricas.

Si se comparan los resultados obtenidos por Menéndez & Florschütz (1964) y Stevenson (1985b) en la Laguna de las Madres parece haber cierta armonía entre ambos. Coinciden en la interpretación de la vegetación, existiendo en la zona un bosque de dominado por *Quercus* desarrollado sobre suelos estables y con alta humedad edáfica y un bosque de pinos presente en suelos más inestables, sufriendo estos bosques una gran perturbación cuando aumenta la actividad dunar y cerró el paso del desagüe natural de la laguna dando paso al depósito de turba.

Uno de los trabajos que se centra en el estudio de los textos históricos que hacen referencia a la presencia de *Pinus pinea* en la Península Ibérica es el realizado por Gil-Sánchez (1999). Este autor no duda del origen natural el pino piñonero en la cuenca mediterránea. Esta afirmación la avala con las numerosas referencias históricas que ponen de relieve la existencia de pinares en el paisaje peninsular, así como la importancia de los pinos en la economía de muchas de las culturas que han habitado en la Península a lo largo de la historia, como con los numerosos hallazgos arqueológicos donde se han registrado restos de piñones, piñas y carbón como los de la cueva de Nerja datados, en el Paleolítico; la cueva de Gorham en Gibraltar, datados en el Paleolítico

superior; y los de la cueva de Abuñol en Granada. Este autor hace un recorrido a lo largo de la historia y la relación de los pinares con su uso antrópico, concluyendo que los pinares han sido castigados en muchos de sus lugares de origen por talas excesivas, fuegos y un intenso uso ganadero y agrícola. Indicando que la posible extensión del pino se debe a su capacidad de colonizar ambientes degradados durante siglos, por la ganadería y la agricultura frente a otras especies propias de bosques climáticos como el alcornoque, que encuentran más dificultad para colonizar estos lugares perturbados.

Por último Martínez & Montero (2004) hacen un recorrido por los estudios paleobotánicos, datos históricos y geobotánicos sobre el pino piñonero, concluyendo que los bosques de pino del suroeste peninsular deben considerarse autóctonos e insisten en la necesidad de integrar al pino en la dinámica de la vegetación natural de este territorio.

Tras el análisis de la literatura consultada, se pueden deducir que existen más datos a favor de que *Pinus pinea* exista en la Península de manera espontánea desde hace miles de años, que de su ausencia en este territorio, no habiendo argumentos que contradigan los resultados o veracidad de los estudios paleobotánicos. En este orden debería admitirse la presencia del pino piñonero como especie natural en el territorio. Por otro lado, los autores que manifiestan una opinión a favor de la naturalidad de estos pinares (Costa-Tenorio & al., 1997; González-Bernáldez & Díaz-Pineda, 1977; Gil-Sánchez, 1999; Pérez-Latorre & al., 1999a) aportan pocos datos sobre la dinámica natural de los pinares, no describiendo las comunidades donde esta especie sería protagonista ni la dinámica sucesional que las rige. Todos ellos coinciden en, que ha sido una especie favorecida por el hombre y que no deben tomarse como referencia los pinares presentes en la actualidad, producto de repoblaciones, como ejemplo para describir la dinámica natural de los mismos. Costa-Tenorio & al. (1997) y González-Bernáldez & Díaz-Pineda (1977) sitúan a estos pinares como autóctonos del sistema de dunas móviles de Doñana por la regeneración natural y la adaptación que presentan en estos medios, y Pérez-Latorre & al. (1999a) los conciben como comunidades permanentes azonales presentes en suelos donde las comunidades clímax no pueden desarrollarse. Stevenson (1984 y 1985b) justifican las épocas de mayor presencia de polen de pino en las catas realizadas en el Asperillo y la Laguna de las Madres, con la existencia de una dinámica parecida a la que rige hoy en día en el tren de dunas móviles, luego también es partidario de ligar la dinámica de *Pinus pinea* a sistema de arenas móviles.

Otra versión acerca de la dinámica del pino en el territorio, podría ser como especie acompañante en bosques de alcornoques dando lugar a formaciones mixtas donde el alcornoque fuera el árbol dominante, como indica Burguers (1948) en su descripción de la vegetación de las arenas litorales de Huelva y Heraso (1980) en sus descripciones del paisaje de las arenas litorales de Almonte. Estas descripciones apoyan los resultados de algunos estudios polínicos, donde se registran de manera simultánea polen de pinos y quercíneas en zonas de arenas estabilizadas.

Sin tomar partido en el debate sobre si el pino es una especie alóctona o autóctona, en el territorio en el único lugar donde se ha registrado regeneración natural de pino es en el sistema de dunas móviles. Los corrales del tren de dunas móviles no han estado exentos del manejo por parte del hombre, ya que han sido objeto de plantaciones de pino como se indicó en el apartado de material y métodos, pero sí son el ecosistema

menos perturbado de Doñana. De cualquier modo el resto de pinares de la zona de estudio, incluye repoblaciones donde la dinámica del pino es difícil de estudiar, se sitúan sobre suelos que han sufrido una intensa perturbación antrópica, no siendo reflejo de las condiciones que imperaban en la zona antes de que las perturbaciones modificaran de manera drástica el paisaje vegetal. En el presente estudio se ha descrito la dinámica actual de la especie en el apartado correspondiente al sistema de dunas móviles del capítulo de descripción del paisaje, sin pretender con esto que sea reflejo de la que imperaba en tiempos pasados, antes de las repoblaciones llevadas a cabo por el hombre.

PAPAVERACEAE

Papaver

***P. rhoeas* L.**

Origen: Autóctona, presente en Europa, Asia central y occidental, Japón, Norte de África y Macaronesia.

Forma y fecha de introducción: En el presente estudio se ha localizado en la cabecera del arroyo Avitor en el Parque Natural. Se trata de un taxón alóctono local que se ha introducido en el territorio ligado a los suelos alóctonos introducidos para la construcción de infraestructuras viarias.

Grado de naturalización: Naturalizada.

Perturbación del medio: No se considera una especie con capacidad de modificar el medio en detrimento de la flora autóctona.

Hábitat y grado de incidencia: Se ha registrado en tan sólo un inventario en comunidades de *Silybo-Urticion*, sobre suelos alóctonos. Fuera de estos medios, no se ha detectado su presencia en el territorio, luego el grado de incidencia al no invadir comunidades naturales, se considera nulo.

Glaucium

***G. corniculatum* (L.) Rudolph**

Origen: Nativa, presente en el sur de Europa, norte de África, suroeste de Asia y Macaronesia.

Forma y fecha de introducción: Citada por Sánchez-Gullón & al. (2006b) por primera vez en el litoral onubense, como especie arvense de suelos margosos. En Doñana se ha observado en el Parque Natural, asociada al borde del camino que se dirige hacia el Abalario. Su introducción se considera accidental, como consecuencia del uso de suelos alóctonos en la construcción de caminos.

Grado de naturalización: No naturalizada. Se considera un taxón alóctono local, de carácter adventicio en la zona.

Perturbación del medio: No se considera un taxón con capacidad de modificar el medio.

Hábitat y grado de incidencia: Se trata de una especie con preferencia por suelos arcillosos de naturaleza básica, cuya presencia se ha detectado en tan sólo una ocasión, ligada a caminos construidos con suelos foráneos, que presentan mayor cantidad en arcillas que los suelos autóctonos de naturaleza arenosa y mayoritariamente ácidos. El grado de incidencia es nulo ya que no presenta capacidad para colonizar los hábitats no alterados de la zona de estudio.

MORACEAE

Ficus

***F. carica* L.**

Origen: Según Catalán (1995), probablemente nativa del sur de la Península y otros países circunmediterráneos. Se haya naturalizada en el sur de Europa, África y desde Asia menor hasta el noroeste de la India.

Forma y fecha de introducción: A pesar de que su presencia en Doñana seguramente date desde hace tiempo, al ser un árbol cultivado desde muy antiguo (Catalán, 1995), en los catálogos consultados no se hace referencia a la presencia de esta especie en el territorio.

Grado de naturalización: Especie naturalizada en el territorio, se encuentra presente en algunas comunidades naturales de la zona, alejadas de zonas donde su origen pueda ser cultivado. Según Catalán (1995) se asilvestra con facilidad en terrenos secos y soleados, con suelos húmedos y profundos y en roquedos.

Perturbación del medio: No es una especie incluida en los catálogos sobre flora alóctona consultados, luego no se tienen datos de las posibles perturbaciones o modificaciones del medio que puede generar esta especie.

Hábitat y grado de incidencia: No se ha registrado su presencia en ningún inventario, pero se ha observado en las zonas de contacto entre el sistema dunar y la marisma, siendo especialmente abundante en la zona conocida como La Retuerta. Se ha detectado sobre todo entre los zarzales que orlan esta zona de contacto, donde la humedad es constante a lo largo del año, gracias a las descargas del acuífero dunar. El grado de incidencia resulta difícil de evaluar, siendo la competencia por los recursos y el espacio, una de los factores que se deberían tener en cuenta, a la hora de evaluar la incidencia de esta especie en las comunidades naturales de la zona.

AIZOACEAE

Carpobrotus

***C. edulis* (L.) N.E. Br. in E. Phillips**

Origen: Sudáfrica (región de El Cabo).

Forma y fecha de introducción: Introducida como planta ornamental y fijadora de dunas y taludes. No se tienen datos sobre la fecha exacta de introducción en Doñana.

Grado de naturalización: Naturalizada. Desde el año 2000, existen programas de eliminación de especies invasoras donde se contempla la eliminación manual de esta especie. Especie incluida en el proyecto “Propuesta para la erradicación de especies exóticas de flora y fauna en el Parque Nacional de Doñana” (2002-2004) y en el “Programa de control y erradicación de especies exóticas en el Parque Nacional Doñana” (duración 2004-2008). Estos programas se han consultado en la página de la Consejería de Medio Ambiente, donde se muestran los resultados de los diferentes proyectos llevados a cabo bajo el epígrafe general de: “Eliminación de especies exóticas en el Espacio Natural de Doñana” (<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente>). En éste último informe según los resultados publicados en la página de la Consejería de Medio Ambiente las poblaciones de *Carpobrotus edulis* del Parque Nacional presentes en los alrededores de chozas de pescadores de la playa, han sido completamente erradicadas.

En el Parque Natural, donde se han localizado poblaciones más densas de esta especie, se han llevado a cabo programas de eliminación manual desde el año 2000, según publica la Consejería de Medio Ambiente en su página web el calendario de estas actividades ha sido el siguiente: colaboración de la Red de Voluntarios Ambientales del Parque Natural de Doñana durante los años 2000, 2001, 2002 y 2003 mediante el cual se eliminaron importantes cantidades de uña de león en la franja costera del Asperillo, en el año 2005 el Plan Andaluz para el Control de las Especies Exóticas e Invasoras continuó de forma más intensiva esta labor, lográndose la eliminación de 120 toneladas de esta especie en la zona de Asperillo, al igual que en los casos anteriores, estos programas se han consultado en la página de la Consejería de Medio Ambiente, donde se muestran los resultados de los diferentes proyectos llevados a cabo bajo el epígrafe general de: “Eliminación de especies exóticas en el Espacio Natural de Doñana” (<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente>).

Perturbación del medio: Presenta un crecimiento clonal, formando tapices que impiden la ocupación del suelo por las especies autóctonas, fijando las arenas, impidiendo su movilidad y modificando la dinámica natural de los ecosistemas dunares.

Hábitat y grado de incidencia: Se ha registrado su presencia en 3 inventarios, siempre en zonas próximas a la playa y perturbadas por actividades de origen antrópico. Sólo se ha detectado en el Parque Natural invadiendo comunidades de *Malcolmio littoreae-Vulpietum alopecuroris*, *Stauracantho genistoidis-Corematetum albi* y en un camino próximo al camping de Matalascañas, como acompañante de un pastizal subnitrófilo de la clase *Stellarietea*. Su presencia está ligada a los sistemas de dunas, tanto semifijos como móviles. El grado de incidencia en la actualidad es bajo, pero dado el potencial invasor de esta especie y la cercanía de dos centros urbanos (Matalascañas y Mazagón), como posibles focos de introducción en los terrenos aledaños protegidos, si no se controlan las pequeñas poblaciones o las posibles vías de entrada puede expandirse de forma rápida. Es una especie incluida por el Grupo Especialista en Invasiones Biológicas (2006) entre las 20 especies exóticas invasoras más dañinas presentes en España.

CACTACEAE***Opuntia******O. dillenii*** (Ker-Gawler) Haw.

Origen: Ampliamente distribuida por el sur de Estados Unidos, México, Bahamas, Cuba, Islas Caimán, Jamaica, Republica Dominicana, Puerto Rico, Islas Vírgenes, Antillas Holandesas, Bermudas y Ecuador.

Forma y fecha de introducción: Introducida como especie ornamental y formadora de setos. Según Sanz-Elorza & al. (2004) fue introducida en Europa en el siglo XVI, por los conquistadores del nuevo mundo. Las primeras citas en territorio español son del año 1874, de Colmeiro (*sec.* Sanz-Elorza & al., 2004), quien la cita en varias localidades de la provincia de Huelva y Almería. Luego la presencia en la provincia de Huelva data por lo menos desde principios del siglo XIX.

Grado de naturalización: Naturalizada. Presente en ambientes viarios, setos matorrales y áreas perturbadas con vegetación degradada y clima árido. Según Sanz-Elorza & al. (2004), es una especie con tendencia demográfica extensiva, habiéndose señalado como invasora en diversas zonas del mundo como India, Sudáfrica, China, Nueva Zelanda y Australia.

Perturbación del medio: En la provincia de Huelva se comporta como invasora en los retamales costeros y en los claros de pinar cercanos a pistas y carreteras (Sanz-Elorza & al., 2004), siendo prácticamente la única especie que crece bajo las retamas en algunas zonas como la Flecha del Rompido, desplazando a la vegetación natural que debería formar el cortejo florístico de estos retamales (Dana & al., 2004; Gallego-Fernández & al., 2006). De manera dispersa se ha observado en muchos puntos del litoral Onubense, e incluso bajo pinares en áreas donde la vegetación está muy degradada.

Hábitat y grado de incidencia: En el área de estudio, se ha detectado en dos inventarios realizados en la playa del Asperillo, en comunidades de pastizales de *Euphorbia paralias-Agropyretum junceiformis* y *Malcolmio littoreae-Vulpium alopecuroidis*. La cobertura en los inventarios no es muy alta, siendo puntual la presencia de la especie, luego el grado de incidencia es bajo. No obstante, dado el potencial invasor, no se debe descuidar su presencia, precisamente es más fácil evitar la proliferación de estas especies cuando sus poblaciones son escasas, ya que su eliminación manual es sencilla.

AMARANTHACEAE***Amaranthus******A. albus*** L.

Origen: Procedente del sur de Estados Unidos y de México.

Forma y fecha de introducción: Su presencia en la Península Ibérica está registrada desde muy antiguo según Sanz-Elorza & al. (2004), ya que aparecen citas reiteradas en gran parte de la Península Ibérica. En el área de estudio no existen citas previas de esta

especie, luego no se puede datar su fecha de introducción. La forma de introducción más aceptada, es como mala hierba asociada al tráfico de semillas de cultivos. En Doñana ha podido introducirse por varias vías: bien a través de los piensos animales o bien mediante una introducción accidental.

Grado de naturalización: Naturalizada en toda la península salvo en el norte y noroeste (Sanz-Elorza & al. 2004). En la zona de estudio está íntimamente ligada a ambientes muy antropizados y su presencia es puntual, considerándose como una especie de carácter adventicio o efemerófito.

Perturbación del medio: Al ser una especie muy ligada a medios nitrófilos, muy antropizados, y ser de floración otoñal, la competencia con la vegetación natural en general es baja, pudiendo suponer un problema tan solo en cultivos (Dana & al. 2005).

Hábitat y grado de incidencia: En el área de estudio se ha registrado en tan sólo un inventario, realizado en el patio del Palacio de Doñana conviviendo con especies nitrófilas de origen alóctono y autóctono. El grado de incidencia en las comunidades de vegetación natural es inexistente. Es una especie ligada a infraestructuras de origen antrópico, siendo este tipo de hábitats los que potencialmente puede colonizar.

A. retroflexus L.

Origen: Originaria de América del Norte.

Forma y fecha de introducción: Posible entrada accidental en Europa como contaminante en productos agrícolas procedentes del Nuevo Mundo durante el siglo XVI (Sanz-Elorza & al., 2004). En Huelva es citada por Pastor (1987a) en el litoral onubense. No se han encontrado citas concretas en Doñana.

Grado de naturalización: Naturalizada en las regiones templadas y cálidas de todo el mundo. En el área de estudio no se considera una especie naturalizada, al no haberse detectado su presencia fuera de las zonas alteradas cerca del Palacio de Doñana. Se considera de carácter adventicio.

Perturbación del medio: No invade las comunidades de pastizales naturales, su presencia está ligada a la existencia de infraestructuras de origen antrópico como los corrales y huertos familiares existentes cerca de Palacio. Además, como todas las especies del género *Amaranthus* presentes en la zona de estudio, presenta desarrollo otoñal, luego la posible competencia con los pastizales naturales de la zona de floración primaveral es baja.

Hábitat y grado de incidencia: Se ha registrado su presencia en un cercado para animales y cerca de un huerto en las inmediaciones del Palacio de Doñana, en pastizales nitrificados algo húmedos y con fuerte presencia de animales domésticos. El grado de incidencia es nulo al no invadir comunidades de flora autóctona no alteradas.

A. viridis L.

Origen: De origen incierto según Pastor (1987a) y Carretero (1990), aunque ambos autores la consideran muy abundante en las regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo. Dana & al. (2005), la consideran originaria de América pero sin concretar la región.

Forma y fecha de introducción: Pastor (1987a), la da como abundante en el litoral gaditano y onubense. Dana & al. (2005) la citan concretamente en Doñana. La forma de introducción según estos autores es accidental como contaminante de lotes de semillas, sustratos o aperos. En el área de estudio, la causa debe de ser una de las enunciadas, ya que se detectó en un corral destinado a animales cerca del Palacio.

Grado de naturalización: Naturalizada en las zonas templadas de la Península Ibérica, en el área de estudio está ligada a la presencia de estos cercados. No se ha detectado fuera de los mismos, luego no ha colonizado los suelos arenosos no nitrificados. No se considera naturalizada sino de carácter adventicio o efemerófito.

Perturbación del medio: Al ser una especie ligada a medios ya perturbados, sobre todo por nitrificación, su presencia en el territorio es síntoma de que la perturbación es anterior a la llegada de la planta. En el área de estudio, dada su baja presencia y su dependencia de los lugares perturbados de origen antrópico, no presenta un problema para la flora autóctona.

Hábitat y grado de incidencia: Registrada en un solo punto dentro de un cercado para animales donde el nivel de nitrificación es alto. El grado de incidencia es nulo.

CARYOPHYLLACEAE***Herniaria*****H. cinerea** DC.

Origen: Nativa en toda la Península Ibérica, ligada a hábitat viarios y ruderales.

Forma y fecha de introducción: La primera cita de la especie en Doñana es del año 2007 (López-Albacete & al. 2007b). La hipótesis de entrada es la construcción de caminos con suelos alóctonos no debidamente esterilizados.

Grado de naturalización: No parece ser una especie naturalizada en la zona de estudio, ya que su presencia esta ligada a la presencia del camino de entrada a Palacio. Se considera un taxón de carácter adventicio o efemerófito.

Perturbación del medio: No es una especie de carácter invasor, se trata de un caso de especie alóctona local, es un taxón frecuente en el norte de la provincia de Huelva, ligado a suelos de carácter básico.

Hábitat y grado de incidencia: Se ha detectado en dos inventarios de comunidades ruderales pertenecientes a la clase *Stellarietea*, realizados en el borde del camino de

entrada al Palacio de Doñana. El grado de incidencia es nulo, ya que la especie no se ha detectado fuera de dicha infraestructura.

POLYGONACEAE

Rumex

R. dentatus subsp. ***callosissimus*** (Meis.) Rech. fil. (= *R. dentatus* subsp. *halacsyi* auct.)

Origen: Taxón proveniente del sudoeste de Asia y norte de África, que posiblemente se encuentre naturalizado en el oeste de Europa.

Forma y fecha de introducción: Citado por Castroviejo & al. (1980) (sub. *R. dentatus* subsp. *halacsyi* (Rech.) Rech. f.) como abundante en los pastos marismeños nitrificados. Se desconoce la forma de introducción en la zona de estudio.

Grado de naturalización: Taxón naturalizado en el territorio.

Perturbación del medio: Es una especie ligada a ambientes salobres ligeramente nitrificados, luego como muchos otros taxones aparece cuando el medio presenta ya indicios de perturbación.

Hábitat y grado de incidencia: Al no ser objeto de estudio la marisma, y presentar el taxón preferencia por los saladares y marismas alteradas, tan sólo se ha registrado en una ocasión formando parte del cortejo florístico en juncales de *Holoschoeno-Juncetum acuti*. No forma poblaciones densas, se presentan como compañera en las comunidades ligadas a sitios salobres del territorio.

Emex

E. spinosa (L.) Campd.

Origen: Nativa de la Península Ibérica, presente en zonas litorales, sobre todo mediterráneas.

Forma y fecha de introducción: Citada por Castroviejo & al. (1980) en el patio del Palacio de Doñana. Estos autores describen a este taxón como ruderal y nitrófilo, poniendo así de manifiesto la necesidad de ambientes alterados para la existencia de dicho taxón en la zona de estudio. Se considera una especie adventicia o efemerófito, cuya presencia en el territorio está ligada a la existencia de hábitats alterados por acción antrópica.

Grado de naturalización: No naturalizada, sólo se ha registrado su presencia en el área de estudio ligada a suelos perturbados. En la zona de estudio se debe considerar como una alóctona local de carácter adventicio.

Perturbación del medio: No se tiene constancia de que presente capacidad para alterar el medio donde se instala. El hecho de ser una especie ruderal y nitrófila, indica que los medios susceptibles de ser colonizados por este taxón, deben de estar previamente alterados.

Hábitat y grado de incidencia: El grado de incidencia es bajo, tan sólo se ha detectado en un inventario realizado en el borde de un camino del Parque Natural, formado parte del cortejo florístico en comunidades de *Linario donyanae-Loeflingietum baeticae*.

CISTACEAE

Cistus

C. crispus L.

Origen: Autóctona en los límites de la zona de estudio, como el la zona norte del Parque Natural, donde los suelos son más compactos y presentan mayor contenido en arcillas. Es considerada alóctona en las zonas donde predominan los suelos arenosos.

Forma y fecha de introducción: Citado por primera vez por Galiano & Cabezudo (1976), en la carretera del Palacio y la carretera de Matalascañas, su introducción se debe al trazado de caminos y carreteras con suelos alóctonos, siendo posiblemente la fecha de introducción la misma que la del trazado de estas vías.

Grado de naturalización: Naturalizada.

Perturbación del medio: Especie introducida en Doñana debido a la construcción de caminos con suelos alóctonos.

Hábitat y grado de incidencia: Presente en el matorral próximo al camino de Palacio. No se ha registrado su presencia fuera del área de influencia de estos suelos alóctonos, luego el grado de incidencia en las comunidades naturales del territorio es muy bajo.

SALICACEAE

Populus

P. nigra L.

Origen: Distribución Eurosiberiana.

Forma y fecha de introducción: No se tienen datos de la fecha de introducción en el área de estudio. Silvestre (1987e) en su revisión del género para la Flora de Andalucía Occidental, lo considera un taxón introducido, indicando que ha sido frecuentemente plantado como árbol de sombra y algunas veces se encuentra naturalizado en las orillas de los ríos. Por tanto, su forma de introducción en el territorio, se sospecha intencionada como especie forestal.

Grado de naturalización: No está naturalizada. Fuera de las repoblaciones de la ribera de los sotos no se ha detectado su presencia en el área de estudio.

Perturbación del medio: No existen señales de perturbación del medio salvo el terreno de ribera ocupado.

Hábitat y grado de incidencia: Registrada en un inventario en los sotos donde la especie es dominante, ocupando un nicho que le correspondería a una sauceda de *Salix*

atrocinerea. Su presencia es puntual en el área de estudio y seguramente producto de una plantación antigua. Fuera de este punto no se ha detectado en la zona, luego su grado de incidencia es muy bajo.

BRASSICACEAE

Coronopus

C. didymus (L.) Sm.

Origen: Procedente de Sudamérica (Neotropical).

Forma y fecha de introducción: En Doñana es citada por primera vez por Castroviejo & al. (1980), en el patio del Palacio.

Grado de naturalización: Taxón naturalizado en gran parte de Europa, en Doñana está naturalizado formando parte del cortejo de comunidades naturales, aunque su frecuencia de aparición es baja.

Perturbación del medio: No presenta carácter invasor, ni se han visto señales de que pueda modificar o alterar de alguna manera el medio. En ninguno de los tratados sobre flora alóctona consultados es considerada como especie invasora.

Hábitat y grado de incidencia: Sanz-Elorza & al. (2004), lo dan como especie ligada a ambientes viarios y ruderales. En Doñana, se ha registrado su presencia en dos inventarios pertenecientes a juncales (*Galio palustris-Juncetum maritimi*), uno en la Laguna de Santa Olalla y otro en el Navazo de los Guardas en Marismillas. Fuera de inventario se ha detectado su presencia bajo alcornoques muy visitados por el ganado. El grado de incidencia no es alto, parece no desplazar a la flora alóctona ya que suele estar asociado a ambientes alterados por la presencia de herbívoros.

Brassica

B. nigra (L.) W.D.J. Koch in Röhl.

Origen: Nativa de la Península Ibérica, donde se encuentra dispersa por todo el territorio (Gómez-Campo, 1993). Es una especie de hábito ruderal y viario.

Forma y fecha de introducción: Incluida por Valdés & al. (2007b) en el catálogo florístico del espacio natural de Doñana. Probablemente, introducida en el territorio por la utilización de suelos alóctonos para la construcción de infraestructuras viarias dentro de Doñana.

Grado de naturalización: Naturalizada, aunque sólo se ha registrado ligada a bordes de caminos. Dado su carácter ruderal y que no coloniza hábitats no alterados, se debe considerar una especie adventicia en el territorio de estudio.

Perturbación del medio: Como en casos anteriores, se trata de una especie ruderal que suele colonizar medios ya alterados, no presentando por sí misma la capacidad de modificar el medio.

Hábitat y grado de incidencia: Se ha registrado su presencia en los pastizales de *Stellarietea mediae* ligados al borde de camino que han sido construidos con suelos alóctonos. El grado de incidencia es muy bajo ya que no se ha detectado su presencia fuera de estos medios perturbados.

FABACEAE

Acacia

A. dealbata Link

Origen: Sudoeste de Australia.

Forma y fecha de introducción: Introducida de manera intencionada en muchas partes del mundo como especie ornamental. En Doñana, no se tienen datos de su fecha de introducción exacta. Seguramente se debe a los trabajos de reforestación y silvicultura que se han realizado en la zona desde hace años.

Grado de naturalización: Naturalizada en el área de estudio sobre todo en el Parque Natural, habiéndose comprobado una alta capacidad para la reproducción a través de semillas.

Perturbación del medio: Especie invasora muy peligrosa en zonas templadas y subtropicales como Sudáfrica, Nueva Zelanda, California, India, Sur de Chile y Sur de Europa (Portugal, España, Italia y Francia). Su facilidad para germinar y rebrotar después de los incendios, y su rápido crecimiento, le permite colonizar zonas donde la vegetación natural ha sido destruida, impidiendo su regeneración (Sanz-Elorza & al., 2004).

Hábitat y grado de incidencia: Detectada en seis inventarios realizados en el Parque Natural en comunidades de *Erico ciliaris-Ulicetum minoris*, *Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis* y *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*. La presencia de esta especie en Doñana es muy peligrosa dado su potencial invasor y rápida capacidad de expansión. Además, se ha comprobado su capacidad de invadir uno de los ecosistemas de mayor valía del Parque Natural, como son las turberas, donde se han detectado numerosas plántulas de edades diferentes. Esta especie debería ser eliminada de forma inmediata de este tipo de hábitats donde se refugia una flora relictica de carácter atlántico, encontrándose en Doñana su distribución más meridional. Estos hábitats son de alto valor botánico y deben mantenerse con un grado de conservación elevado. Se considera el grado de incidencia alto debido al tipo de comunidades que es capaz de invadir. Se han observado parcelas cercanas a las Lagunas de Casillas donde la especie se está expandiendo, ocupando parcelas con áreas superiores a una hectárea.

A. melanoxylon R. Br. in W.T. Aiton

Origen: Sudeste de Australia.

Forma y fecha de introducción: Introducida de manera intencionada en muchas partes del mundo como especie ornamental, maderera y para la obtención de taninos. En Doñana, no se tienen datos de su fecha de introducción exacta, seguramente se debe a

los trabajos de reforestación y silvicultura que se han realizado en la zona desde hace años. Esta especie se encuentra en territorios aledaños como formadora de setos, separando parcelas agrícolas.

Grado de naturalización: Naturalizada, se ha registrado en comunidades naturales fuera de las áreas donde se ha utilizado como especie formadora de setos u ornamental.

Perturbación del medio: Esta especie presenta efectos alelopáticos siendo capaz de eliminar a casi toda la vegetación competidora, generando comunidades florísticamente muy pobres (Sanz-Elorza & al., 2004). Luego su capacidad de modificar las condiciones del medio en su favor es muy alta, considerándose invasora en España.

Hábitat y grado de incidencia: Detectada su presencia en comunidades de *Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis*, *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati* y en un helechal dominado por *Pteridium aquilinum*, presente en el Parque Nacional, cerca del control de entrada de Manecorro. Al igual que *A. dealbata*, su presencia en el territorio es grave por su potencial invasor y se recomienda su eliminación inmediata antes de que las poblaciones registradas se expandan y su erradicación sea más dificultosa y económicamente más costosa. Su presencia en las zonas aledañas a las turberas del Parque Natural hace que su eliminación sea aún más urgente. Se debería aconsejar a los municipios colindantes con las zonas protegidas de Doñana la no utilización de estos taxones en jardinería, dada la capacidad de invasión que presentan, ya que se ha registrado su presencia como ornamental, tanto en Mazagón como en Matalascañas.

Tripodion

T. tetraphyllum (L.) Fourr.

Origen: Nativa de la Península Ibérica, frecuente en el sur y este y en las Islas Baleares.

Forma y fecha de introducción: Citada por Cabezudo (1979) en Matalascañas. Se trata de una especie ruderal con preferencia por los suelos calcáreos. La forma de introducción en el territorio se desconoce, pero está ligada a actividades de origen antrópico que modifiquen y alteran las características de los suelos, ya que en la zona éstos son, en su mayoría, de carácter ácido.

Grado de naturalización: No se encuentra naturalizada, ya que depende de la existencia de suelos alterados o foráneos para su supervivencia en el territorio de estudio. Se debe considerar como una especie adventicia o efemerófito en la zona.

Perturbación del medio: No presenta capacidad de alteración del medio, el medio debe estar previamente alterado para que pueda desarrollarse esta especie de preferencia por los suelos básicos.

Hábitat y grado de incidencia: Se ha registrado en un inventario realizado en una rotonda de la carretera de entrada a Matalascañas. El grado de incidencia es nulo, fuera de estas infraestructuras de origen antrópico no se ha detectado en la zona de estudio.

Trifolium
***T.stellatum* L.**

Origen: Nativo de la Península Ibérica, presente especialmente en el sur, litoral del noreste y Baleares. Presente en herbazales y pastos pobres, eutrofizados y ruderales (Muñoz-Rodríguez & al., 2000).

Forma y fecha de introducción: La primera cita de la especie en el territorio es de Galiano & Cabezudo (1976) asociada a bordes de caminos, en concreto en la carretera de Matalascañas, lo que pone de manifiesto el carácter ruderal de la especie en el territorio.

Grado de naturalización: No es una especie naturalizada, se encuentra asociada a caminos construidos con suelos alóctonos. Se debe considerar una especies alóctona local de carácter adventicio en la zona de estudio.

Perturbación del medio: No presenta capacidad de modificar el medio que coloniza, de nuevo es una especie que necesita una alteración previa del medio para poder colonizar territorios estrictamente arenosos como es el manto eólico de Doñana.

Hábitat y grado de incidencia: En el área de estudio, se ha registrado como compañera en los pastizales de *Stellarietea mediae* asociados a caminos construidos con suelos alóctonos. El grado de incidencia es nulo, al no haberse registrado su presencia en el territorio fuera de estos lugares alterados.

Medicago
***M. truncatula* Gaertn.**

Origen: Nativa de la Península Ibérica. Presente en el centro, sur, este y las Islas Baleares.

Forma y fecha de introducción: Citada por Valdés & al. (2007b) en Doñana, sin indicar la ecología de la especie en el territorio. La introducción parece deberse a la construcción de caminos con suelos alóctonos.

Grado de naturalización: Como en el caso anterior, no crece fuera de los lugares alterados, luego en el manto eólico de Doñana debe considerarse como una especie alóctona local de carácter adventicio.

Perturbación del medio: Los medios donde habita en el territorio de estudio son lugares alterados por la presencia de suelos foráneos, luego no presenta capacidad para modificar medios no alterados.

Hábitat y grado de incidencia: Se ha registrado su presencia en comunidades de *Stellarietea mediae* ligadas al camino de entrada al Palacio de Doñana. El grado de incidencia es nulo, al no presentar capacidad para colonizar comunidades naturales de la zona de estudio.

Trigonella

***T. monspeliaca* L.**

Origen: Nativa de la Península Ibérica e Islas Baleares. Se presenta en todas las provincias andaluzas, en general ligada a sustratos básicos.

Forma y fecha de introducción: Citada por primera vez en Doñana por López-Albacete & al. (2007b), ligada a la construcción de infraestructuras viarias con suelos alóctonos, luego se trata de una introducción accidental.

Grado de naturalización: En la zona de estudio no está naturalizada, presenta carácter adventicio ya que depende de la existencia de los suelos foráneos para su supervivencia.

Perturbación del medio: Al ser una considerada un alóctona local ligada a una perturbación puntual, no es un taxón que perturbe las comunidades naturales de la zona.

Hábitat y grado de incidencia: Detectada en un inventario realizado en el camino de entrada al Palacio, en pastizales ruderales, característicos de zonas perturbadas de la clase *Stellarietea*. El grado de incidencia es nulo, ya que no se ha detectado en comunidades naturales de la zona.

Ononis

***O. pubescens* L.**

Origen: Nativa de la Península Ibérica. Presente en el centro, sur, este y las Islas Baleares.

Forma y fecha de introducción: Valdés & al. (2007b) incluyen este taxón en el catálogo florístico de Doñana pero sin aportar datos acerca de la ecología de la especie en el territorio, ni citar ninguna localidad donde se presente este taxón. Se trata de una especie que presenta preferencia por los sustratos calcáreos, asociada a carreteras e infraestructuras viarias, luego la introducción ha debido de ser consecuencia de actividades de origen antrópico, relacionadas con la construcción de infraestructuras viarias.

Grado de naturalización: No se considera naturalizada en el territorio de estudio. Su presencia en el Doñana está relegada a la existencia de suelos foráneos de carácter básico. Se debe considerar un alóctona local de carácter adventicio.

Perturbación del medio: Presente en medio ya alterados, no presenta capacidad de perturbar el medio.

Hábitat y grado de incidencia: Se ha registrado en una rotonda de la carretera de entrada a Matalascañas, formado de pastizales de hábito ruderal pertenecientes a la clase *Stellarietea mediae*. El grado de incidencia en las comunidades naturales de la zona de estudio es nulo.

Genista

G. hirsuta Vahl

Origen: Autóctona de zonas vecinas, presente en matorrales sobre distintos tipos de sustratos.

Forma y fecha de introducción: Castroviejo & al. (1980) ya indican esta especie como neófito en la zona, en el borde limoso de la carretera de Matalascañas.

Grado de naturalización: No se encuentra naturalizada en Doñana, de hecho no se ha registrado la presencia de este taxón durante el presente estudio.

Perturbación del medio: Debe considerarse un taxón alóctono local de carácter adventicio, ligado a la existencia de suelos alóctonos en el territorio por la construcción de infraestructuras viarias. Fuera de la influencia de estos suelos no se desarrollan, luego el grado de perturbación es mínimo.

Hábitat y grado de incidencia: No se ha registrado en el área de estudio, luego el grado de incidencia en las comunidades naturales de la zona es nulo.

Bituminaria

B. bituminosa (L.) C.H. Stirt.

Origen: Nativa de la Península Ibérica, tan sólo falta o es rara en el noroeste.

Forma y fecha de introducción: Especie citada por Cabezudo (1979) en la Reserva Biológica sin citar a que tipo de hábitat se registró asociada la especie. Al igual que en casos anteriores, se trata de una especie de hábito ruderal, nitrófila y con preferencia por los suelos básicos. Esto hace pensar, que su presencia en el territorio es producto de actividades de origen antrópico, relacionadas con la construcción de infraestructuras viarias.

Grado de naturalización: No naturalizada, no se ha registrado fuera de los lugares alterados que coloniza. De nuevo es un caso de alóctona local, con carácter adventicio en Doñana.

Perturbación del medio: No presenta capacidad de perturbación del medio, coloniza medios previamente alterados.

Hábitat y grado de incidencia: En el área de estudio se ha registrado su presencia en comunidades de *Stellarietea mediae*, asociadas a una rotonda en la carretera de entrada a Matalascañas. El grado de incidencia en las comunidades naturales de la zona es nulo.

MYRTACEAE

Eucalyptus

E. camaldulensis Dehnh. y *E. globulus* Labill.

Origen: Australia.

Forma y fecha de introducción: Introducción intencionada como especies silvícolas para la obtención de pasta para celulosa y en menor medida de madera y en reforestación. La fecha de las primeras repoblaciones en la zona de Doñana se remonta a los años cuarenta del siglo XIX.

Grado de naturalización: Naturalizada, a pesar de que su presencia en el territorio haya sido favorecida por el hombre, esta especie, como otras de su mismo género, presenta capacidad para reproducirse de manera independiente y colonizar lugares donde no ha sido plantada.

Perturbación del medio: Muy alta, las especies del género presentan la capacidad de modificar y alterar el medio de varias maneras: alto consumo de agua del subsuelo y nutrientes, rápido crecimiento, que le hace muy competitiva frente a las especies autóctonas de crecimiento lento y reducción de la biodiversidad por los efectos alelopáticos producidos por la hojarasca, que impiden el desarrollo tanto del resto de la flora como de las comunidades microbióticas. Según Sanz-Elorza & al. (2004) puede llegar a esterilizar casi completamente el suelo que permanece en esta situación incluso mucho tiempo después de haber desaparecido los eucaliptos. Hay que destacar también el impacto paisajístico de esta especie al formar masas densas que alteran el paisaje genuino de la zona. En Doñana, una de las perturbaciones generadas por las masas de eucaliptares ha sido el descenso de la capa freática, provocado por el aumento de la evapotranspiración. Diversos estudios (Custodio & Palancar, 1995; Manzano & al., 2002; Manzano & al., 2005) han puesto de manifiesto las consecuencias de este descenso en la dinámica de las aguas subterráneas en el área de estudio.

Hábitat y grado de incidencia: Presente en las arenas estabilizadas tanto del Parque Nacional como del Parque Natural, donde aún persisten masas forestales dominadas por especies integrantes de este género. El grado de incidencia es alto, debido a su elevada capacidad de perturbación del medio, reduciendo la cantidad tanto de nutrientes como de los recursos hídricos disponibles para la flora autóctona. Fuera de las masas cultivadas, se ha detectado la presencia de estas especies invadiendo comunidades de *Erico ciliaris-Ulicetum minoris*, *Ficario ranunculoidis-Fraxinetum angustifoliae* y *Viti viniferae-Salicetum atrocinnereae*. La eliminación de las masas de eucaliptos ha sido objetivo de gestión en el ámbito del Parque Nacional, existiendo proyectos específicos para tal fin como el “Proyecto para la erradicación de los eucaliptares del Parque Nacional de Doñana y su restauración ecológica”, desarrollado durante los años 1998-2002, cuyos objetivos fueron la erradicación de grandes masas de eucaliptos del noroeste del parque y su restauración ecológica; otro proyecto fue el “Tratamiento de vegetación y adecuación de hábitat en pinar, potenciación de árboles singulares y eliminación del eucaliptar disperso en la finca del Sacristán en el P.N. Doñana” desarrollado durante los años 2004-2006 y los dos proyectos menos específicos pero que también contemplan la eliminación de eucaliptos en sus objetivos como son la “Propuesta para la erradicación de especies exóticas de flora y fauna en el P.N. Doñana” 2002-2004 y el “Programa de control y erradicación de especies exóticas en el P.N. Doñana” en 2004-2008 que sigue aún vigente. Estos programas se han consultado en la página de la Consejería de Medio Ambiente, donde se muestran los resultados de los diferentes proyectos llevados a cabo bajo el epígrafe general de: “Eliminación de especies exóticas en el Espacio Natural de Doñana” (<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente>).

EUPHORBIACEAE***Chamaesyce***

C. canescens subsp. ***massiliensis*** (DC.) Sójak (= *Euphorbia chamaesyce* subsp. *massiliensis* (DC.) Thell. in Asch. & Graebn.)

Origen: A nivel de especie, según Benedí (2000a), se suele considerar como un arqueofito originario de la región irano-turania.

Forma y fecha de introducción: Citado por primera vez en Doñana por López-Albacete & al. (2007a). En la Península según Benedí (2000c) sólo se encuentra en las provincias de Cádiz, Córdoba y Sevilla, por lo que esta cita constituye, además de una novedad para la flora de Doñana, novedad para la flora provincial de Huelva. Se desconoce el modo de introducción.

Grado de naturalización: Se ha registrado formando parte de pastizales de verano ligados a las zonas húmedas temporales. No se sabe el grado de naturalización que puede presentar en el territorio, pero dada su presencia en lugares alejados de infraestructuras de origen antrópico se podría considerar naturalizada.

Perturbación del medio: Dada la escasez de datos de frecuencia de aparición y capacidad de colonización, no se pueden evaluar las posibles perturbaciones provocadas por la presencia de esta especie, tan sólo indicar la capacidad que presenta para colonizar hábitats naturales.

Hábitat y grado de incidencia: Se localizó en el Parque Nacional, formando parte de las comunidades de verano de *Heliotropio supini-Heleochoetum schoenoidis*, que crecen en los suelos cuarteados tras la desecación de lagunas temporales. Esta especie según Benedí (2000a), es frecuente en comunidades nitrófilas arvenses o ruderales sobre suelos arcillosos-limosos sometidos a un intenso pisoteo. Luego puede que su introducción en el área de estudio se haya visto favorecida con la creciente degradación por nitrificación de muchas de las lagunas temporales presentes en Doñana.

C. maculata (L.) Small

Origen: Taxón oriundo de América del norte y naturalizado en Europa, Asia, Norte de África y Australia.

Forma y fecha de introducción: Su presencia en Doñana ha sido recientemente citada por López-Albacete & al. (2007a), y dado que sólo se ha observado en el patio del Palacio cabe esperar que la forma de introducción haya sido el traslado de personal y materiales.

Grado de naturalización: No se considera un taxón naturalizado en la zona de estudio, ya que su presencia está íntimamente ligada a la existencia de infraestructuras de origen antrópico. Debe catalogarse como un efemerófito en Doñana.

Perturbación del medio: No se ha registrado su presencia en comunidades naturales, luego no presenta capacidad de alterar el medio natural.

Hábitat y grado de incidencia: Su presencia se registró en el patio del Palacio de Doñana, conviviendo con otras especies alóctonas introducidas de manera accidental, cuya supervivencia en el territorio está relegada a la existencia de dichas infraestructuras. Estos pastizales ricos en especies alóctonas pertenecen a comunidades de *Euphorbietum chamesyco-prostratae*. El grado de incidencia puede considerarse nulo.

ZYGOPHYLLACEAE

Tribulus

T. terrestris L.

Origen: Nativa, distribuida por el este y sur de Europa, Norte de África, oeste y centro de Asia.

Forma y fecha de introducción: Citado en Doñana por Rivas-Martínez & al. (1980) en la finca de la Rocina. Es una especie típica de suelos compactados de hábito arvense y ruderal. Se supone, introducida en el territorio accidentalmente por actividades de origen antrópico.

Grado de naturalización: Naturalizada, aunque no es una especie frecuente en el manto eólico. Su presencia es mayor en territorios aledaños a las zonas protegidas tanto del parque Nacional como del Natural. Se considera una especie alóctona de carácter adventicio.

Perturbación del medio: Por su ecología, esta especie está limitada a ambientes antropizados, por lo que su capacidad de perturbar otros medios es nula.

Hábitat y grado de incidencia: Se registró su presencia en el Parque Nacional, en la vía pecuaria a la altura del Cerro del Trigo, en el camino que utilizan los romeros en su peregrinación a través de Doñana. Su grado de incidencia es nulo, esta especie podría proliferar si se alteran los cortafuegos arenosos por compactación y nitrificación, lo que podría provocar la entrada de especies de carácter ruderal y arvense como ésta.

OXALIDACEAE

Oxalis

O. corniculata L.

Origen: Distribución holártica, sin que se sepa su origen.

Forma y fecha de introducción: Citado en Doñana por Cabezudo (1979), en el Martinazo y la Fuente del Duque.

Grado de naturalización: Las primeras citas de la especie fueron en comunidades naturales alejadas de las infraestructuras de origen antrópico, luego se considera como naturalizada, aunque no es una especie abundante en el territorio. Se considera una introducción puntual, una alóctona local, ya que se trata de una especie de hábito ruderal que habrá sido introducida y favorecida su presencia en Doñana por la perturbación de

algunos hábitats, bien por la presencia de infraestructuras de origen antrópico y/o la presencia de ganado.

Perturbación del medio: Aunque se haya detectado en comunidades naturales, no parece ser una especie con capacidad de modificar el medio donde se instala.

Hábitat y grado de incidencia: Se ha registrado en dos inventarios, uno realizado en el patio del Palacio de Doñana, acompañada por otras especies alóctonas de suelos alterados y nitrificados, y otro en la Laguna de la Mogeja, en un herbazal alto, orlando la laguna, dominado por *Cyperus longus*. El grado de incidencia es bajo, no habiéndose registrado de manera dominante en ninguno de los inventarios realizados.

ASCLEPIADACEAE

Gomphocarpus

G. fruticosus (L.) Aiton fil.

Origen: Sudáfrica (Reino Capense).

Forma y fecha de introducción: Naturalizada en algunas zonas de España, posiblemente a partir de su utilización como ornamental. En Doñana la presencia de esta especie, se ha constatado desde los años ochenta, observándose un aumento de sus poblaciones en los años de sequía y habiéndose ensayado diversas medidas de control (Granados & García-Novo, 1983).

Grado de naturalización: Naturalizada, aunque gracias a los planes de eliminación que se han llevado a cabo en Doñana, su presencia en el territorio no es muy elevada en la actualidad.

Perturbación del medio: Sanz-Elorza & al., (2004) y Dana & al., (2005) indican el carácter invasor de esta especie gracias a su rápido crecimiento y a que se ve favorecida en situaciones estresantes (periodos de sequía) o de perturbación, pudiendo desplazar a las especies nativas.

Hábitat y grado de incidencia: En la zona de estudio tan sólo se ha registrado su presencia en un inventario realizado en Marismillas, en el Navazo de los Guardas, conviviendo con las especies nativas, en comunidades de matorral pertenecientes a *Asparago albi-Rhamnetum oleoidis*. El grado de incidencia es bajo, gracias sobre todo a que es un taxón incluido en los programas de eliminación de flora exótica en Doñana, y su seguimiento y persistencia en la eliminación de los ejemplares ha permitido que no se convierta en una especie invasora en el territorio (García-Murillo & al., 2004).

SOLANACEAE

Datura

D. stramonium L.

Origen: Procedente de las zonas cálidas y tropicales de América.

Forma y fecha de introducción: Introducida en Europa seguramente para su uso farmacológico, aunque su posterior naturalización haya sido accidental (Sanz-Elorza & al., 2004). En Doñana no se han encontrado referencias claras de su fecha de introducción, no obstante se incluye en los informes técnicos consultados como especie a eliminar.

Grado de naturalización: Naturalizada, pero relegada a lugares nitrificados y fuertemente alterados, luego si el grado de perturbación cesa, su presencia podría ser adventicia, ya que no se ha detectado en comunidades no alteradas.

Perturbación del medio: Especie ligada a sitios ya perturbados y muy nitrificados aunque Sanz-Elorza & al. (2004) hacen referencia a que se ha constatado su presencia en ambientes seminaturales y a la posibilidad de que presente algún efecto alelopático, ya que contiene compuestos inhibidores del crecimiento vegetal y de la microfauna del suelo. No se tienen datos suficientes para evaluar la posibilidad de perturbación del medio.

Hábitat y grado de incidencia: Aunque no aparece en ninguno de los inventarios realizados, se ha constatado su presencia como especie naturalizada en diversos puntos del área de estudio: inmediaciones del Palacio de Doñana, Fuente del Duque y escombrera cercana al Palacio, todos sujetos a un alto grado de nitrificación. Como otros taxones, su presencia en el área de estudio se ve favorecida por la perturbación de algunos hábitats, luego la mejora en la conservación de los mismos, unida a las tareas de eliminación, que vienen realizándose en el Parque desde hace años (Cobo, 2001, 2002; Cobo & Bañuls, 2005), ayudaría a la erradicación total de este taxón en Doñana.

Nicotiana

N. glauca Graham

Origen: Procedente de América del sur.

Forma y fecha de introducción: Introducida en Europa como especie ornamental. En Doñana es citada por primera vez por Castroviejo & al. (1980) en Las Nuevas. Incluida como especie a eliminar en el informe técnico “Eliminación de especies vegetales introducidas en el Parque Nacional de Doñana 2001” (Cobo, 2001) y en el correspondiente al año 2004 de “Control de especies exóticas en el Parque Nacional de Doñana” (Cobo & Bañuls, 2005). Según estos informes se ha detectado en las fincas de Marismillas, Coto del Rey y Las Nuevas.

Grado de naturalización: Naturalizada, si no se controlaran sus poblaciones seguramente colonizaría nuevas áreas. Según Sanz-Elorza & al. (2004) se considera especie invasora en muchas regiones de clima cálido del mundo.

Perturbación del medio: Al presentar elevadas tasas de transpiración (Sanz-Elorza & al., 2004) es una especie que reduce los recursos hídricos disponibles para la flora autóctona.

Hábitat y grado de incidencia: Al ser objetivo en los programas de eliminación de especies exóticas desde el año 2001 (Cobo, 2001, 2002; Cobo & Bañuls, 2005), no es

una especie frecuente en el área de estudio. En el presente estudio no se ha registrado su presencia en el Parque Nacional ni Reserva Biológica, tan sólo se han detectado algunas ejemplares en el acantilado del Asperillo del Parque Natural. El grado de incidencia es bajo.

PLANTAGINACEAE

Plantago

P. bellardi All.

Origen: Nativa de la Península Ibérica, rara en el norte y las Islas Baleares.

Forma y fecha de introducción: Citada por Vicioso (1946) en Almonte y Moguer, y por Cabezado (1979) en Matalascañas. En el entorno de Doñana es una especie frecuente sobre suelos con un cierto contenido en partículas finas (De las Heras, 2007), no se encuentra en los suelos estrictamente arenosos del manto eólico.

Grado de naturalización: No se encuentra naturalizada, al estar su presencia relegada en el manto eólico a lugares donde se han introducido suelos alóctonos. Se debe considerar como una especie alóctona local de carácter adventicio o efemerófito en el manto eólico de Doñana.

Perturbación del medio: No es una especie que se desarrolle fuera de los suelos alóctonos que coloniza, luego no presenta capacidad para modificar el medio.

Hábitat y grado de incidencia: En el área de estudio se ha detectado ligada al camino de entrada al Palacio de Doñana, construido con suelos alóctonos ricos en elementos finos. Forma parte del cortejo de los pastizales de *Stellarietea mediae*, al igual que otros muchos de los taxones considerados alóctonos locales en el presente estudio. El grado de incidencia es nulo, al estar su presencia ligada a este tipo de infraestructuras viarias de origen antrópico.

SCROPHULARIACEAE

Verbascum

V. sinuatum L.

Origen: Nativa de la Península e Islas Baleares.

Forma y fecha de introducción: Citado en la Reserva Biológica por Rivas-Martínez & al. (1980).

Grado de naturalización: No naturalizada, al estar su presencia en el territorio relegada a la existencia de infraestructuras viarias. Se debe considerar este taxón, como una alóctona local de carácter adventicio en los suelos estrictamente arenosos, característicos del manto eólico.

Perturbación del medio: No presenta capacidad de perturbación del medio al estar ligada a medios ya alterados.

Hábitat y grado de incidencia: Según Benedí (2008) se trata de un taxón ligado a bordes de caminos, arcones, cunetas, en suelos preferentemente secos y soleados. En el área de estudio se ha registrado ligada a este tipo de medios viarios, concretamente en el camino de entrada al Palacio de Doñana. El grado de incidencia en las comunidades no alteradas es nulo.

ASTERACEAE

Aster

***A. squamatus* (Spreng.) Hieron.**

Origen: Planta originaria del centro y sur de América, que se ha naturalizado en el suroeste de Europa. En la Península Ibérica está ampliamente representada por las zonas costeras, así como a baja altitud en algunas zonas del interior.

Forma y fecha de introducción: Citado en el territorio por Castroviejo & al. (1980). Tanto Sanz-Elorza & al. (2004) como Dana & al. (2005) indican que su introducción en la Península ha debido de ser de manera accidental como mala hierba.

Grado de naturalización: En el presente estudio no se ha detectado su presencia fuera de zonas alteradas, pero Castroviejo & al. (1980) la citan como especie subespóntanea, dispersa en zonas más o menos nitrificadas. Sanz-Elorza & al. (2004) la citan en los humedales de Doñana, e indican el carácter invasor de la especie en medios seminaturales sometidos a nitrificación y en cultivos de regadío.

Perturbación del medio: En cultivos de regadío según Dana & al. (2005) es una especie invasora que compite de manera muy eficaz con las plantas cultivadas. En los humedales no sujetos a cultivo, según estos autores, es una especie que penetra fácilmente, en aquellos que están degradados, sobre todo por nitrificación.

Hábitat y grado de incidencia: Se ha registrado en un cercado de animales cercano a Palacio, donde el grado de nitrificación por presencia de animales domésticos, y el contenido en elementos finos del suelo, es mayor que en los suelos no alterados del manto eólico. El grado de incidencia en el territorio de estudio es nulo, al no haberse detectado su presencia fuera del cercado. No obstante al ser un taxón de preferencia por los suelos básicos y ligeramente halófilos, es posible que en zonas como la marisma, excluidas de la zona de estudio, su presencia sea mayor.

Conyza

***C. albida* Willd. ex Spreng.**

Origen: Proveniente de Sudamérica, se encuentra naturalizada en zonas tropicales y templadas.

Forma y fecha de introducción: Citada por Devesa (1987b) como muy abundante en toda Andalucía occidental. En la literatura consultada, no se ha encontrado ninguna referencia específica de la presencia de esta especie en Doñana.

Grado de naturalización: Naturalizada en la zona de estudio.

Perturbación del medio: No se ha observado perturbación del medio por presencia de esta especie, ya que su abundancia en los muestreos donde ha sido detectada es muy baja. Su presencia sí indica cierto grado de alteración del medio, ya que es de hábito ruderal.

Hábitat y grado de incidencia: Se ha detectado en cuatro inventarios, dos de ellos pertenecientes a los juncales negros dominados por *Schoenus nigricans*, presentes en los corrales húmedos de las primeras depresiones interdunares y otro inventario de comunidades de *Galio palustris-Juncetum maritimi* en el Rincón del Membrillo. En el área de estudio, parece estar asociada al cortejo florístico de terófitos de juncales de lugares húmedos y algo nitrificados por la presencia de herbívoros. El grado de incidencia es bajo, ya que no se ha detectado de manera dominante en ninguna de las comunidades muestreadas, aunque sí tiene la capacidad de reproducirse y colonizar comunidades naturales. Se considera alóctona no invasora.

C. bonariensis (L.) Cronquist

Origen: América tropical.

Forma y fecha de introducción: Citada por primera vez en Doñana por Castroviejo & al. (1980) en el patio del Palacio. Según Elorza & al. (2004) la introducción de esta especie en Europa ha sido de manera involuntaria asociada al comercio de la lana.

Grado de naturalización: Naturalizada. Normalmente se comporta como ruderal o arvense aunque puede invadir pastizales naturales algo nitrificados y húmedos.

Perturbación del medio: No se ha observado que provoque perturbaciones en los medios donde se ha detectado.

Hábitat y grado de incidencia: Se ha detectado su presencia en un inventario de pastizales húmedos en el Parque Natural, en las Lagunas de Moguer, en comunidades de *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*. El grado de incidencia es bajo, siendo su presencia puntual en estos pastizales no siendo una especie dominante en ninguno de los muestreos que se ha realizado. El resto de las observaciones que se han hecho de esta especie, han sido asociadas a caminos o en lugares ya degradados, luego no supone una amenaza a la flora autóctona.

Gamochaeta

G. subfalcata (Cabrera) Cabrera

Origen: Sudamérica.

Forma y fecha de introducción: Citada por primera vez en España, precisamente en Doñana, por Castroviejo & al. (1980) (sub. *Gnaphalium sulfalcatum*) en la Fuente del Duque y en el Navazo del Toro. No se tienen datos sobre su posible vía de introducción.

Grado de naturalización: Naturalizada.

Perturbación del medio: No se ha observado con capacidad de modificar los medios donde habita.

Hábitat y grado de incidencia: Presente en pastizales asociados a zonas húmedas ligeramente nitrificadas. Se ha detectado su presencia en tres inventarios, dos correspondientes a pastizales de *Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati* y otro de *Juncetum rugoso-effusi*. No es una especie frecuente en el área de estudio, sin embargo si la nitrificación de las zonas húmedas aumenta puede ser un taxón que se vea favorecido. El grado de incidencia es bajo.

Xanthium

X. spinosum L.

Origen: Especie originaria de Sudamérica.

Forma y fecha de introducción: Según Sanz-Elorza & al. 2004 su introducción en España tuvo lugar de manera involuntaria y en su dispersión debió jugar un papel importante la trashumancia de ganado ovino. Citada por primera vez en Doñana por Fernández-Zamudio & al. (2006) en el borde de la marisma, próximo a las pajareras.

Grado de naturalización: Naturalizada. Se han observado numerosas poblaciones de la especie sobre todo en zonas de la vera y bajo árboles de gran porte utilizados como cobijo por el ganado y los herbívoros silvestres.

Perturbación del medio: Existen referencias de su carácter invasor en numerosos países del mundo presentándose como invasora en cultivos tanto de regadío como de secano y en zonas ruderalizadas, sobre suelos intensamente nitrificados. Su presencia en Doñana está ligada a lugares ya perturbados por nitrificación y sobrepastoreo, no se puede evaluar su perturbación ya que los sitios donde habita ya se encuentran muy alterados. Sí se puede hacer una reflexión acerca de la tendencia a que taxones como éste sean cada vez más frecuentes en Doñana, sobre todo en las zonas de la vera ligeramente arcillosas y bajo la zona denominada pajarera de Doñana. Como se ha comentado en otros taxones, la alteración del territorio por nitrificación y sobrepastoreo es un factor que puede favorecer el desarrollo de especies de carácter invasor en detrimento de la flora autóctona.

Hábitat y grado de incidencia: Al margen de los inventarios presentados en este trabajo, se ha realizado un inventario donde aparece *Xanthium spinosum* con una cobertura del 100%, en las vetas con altos contenido en arcilla presentes en los lucios tras la desecación de los mismos en la época de estiaje. Se ha registrado su presencia en un inventario de comunidades de pastizal de *Hainardio cylindricae-Lophocloetum hispidae*. Además se ha realizado observaciones de su presencia en varias localidades de la vera, siendo una especie frecuente en los biotopos más alterados. No se puede evaluar el grado de incidencia con certeza pero sí indicar que según las observaciones de campo realizadas en este trabajo, es una especie a tener en cuenta en los programas de eliminación de especies exóticas de Doñana.

X. strumarium L.

Origen: América del norte.

Forma y fecha de introducción: Introducida en Europa de manera intencionada para su cultivo en los jardines botánicos, su posterior naturalización se llevo a cabo de manera involuntaria siendo hoy en día una especie naturalizada en las zonas de clima templado de casi todo el mundo. En Doñana, no se sabe la fecha exacta pero la especie está incluida en los programas de eliminación de especies introducidas desde el año 2001 (Cobo, 2001, 2002; Cobo & Bañuls, 2005).

Grado de naturalización: Naturalizada. En el área de estudio no es tan frecuente como en otras áreas más al norte de Doñana, como son Coto del Rey y Matagordas donde la presencia de arroyos y la nitrificación de los mismos, favorece la expansión de la especie. García-Murillo & al. (2004) apuntan a la modificación de una canal de drenaje al norte del Parque Nacional, como la causa de la expansión de la especie dentro de este espacio protegido. En el informe técnico sobre la eliminación de especies exóticas en el Parque Nacional se indica la imposibilidad de eliminar esta especie alóctona de los terrenos ocupados, aunque se hacen labores de desbroce para evitar que se dispersen las poblaciones (Cobo & Bañuls, 2005).

Perturbación del medio: Según Sanz-Elorza & al. (2004) existen referencias que la califican como invasora en numerosos países de zonas templadas, con capacidad de invadir tanto cultivos como ambientes naturales y seminaturales donde compite con la flora autóctona a la que desplaza. En general su presencia se asocia a lugares ricos en materia orgánica, luego de nuevo es un taxón indicador de la paulatina nitrificación de los distintos hábitats donde se encuentra, hecho que habría de tenerse en cuenta a lo hora de eliminar esta especie.

Hábitat y grado de incidencia: Como ya se ha comentado en el área de estudio no es muy abundante habiéndose detectado su presencia, fuera de los inventarios presentados, en caminos cercanos a las Lagunas de Moguer y en algunas zonas húmedas del Parque Nacional en la zona de los Mimbrales. Dado que es una especie de dispersión por zoocoria gracias a las espinas que presenta el capítulo, su dispersión puede ser muy rápida si no se conservan en buen estado, sobre todo, las zonas húmedas.

Gymnostyles

G. stolonifera (Brot.) Tutin

Origen: Sudamérica.

Forma y fecha de introducción: Citada por Galiano & Cabezudo (1976) en las grietas del empedrado del Palacio de Doñana. Su introducción parece ser accidental como muchos de los taxones ruderales y arvenses presentes en el área de estudio.

Grado de naturalización: Naturalizada. Galiano & Cabezudo (1976) y Rivas-Martínez & al. (1980) citan a esta especie en el patio del Palacio de Doñana como muy abundante, sin embargo en el presente trabajo se ha detectado en el cortejo de pastizales alejados de infraestructuras de origen antrópico, luego se considera naturalizada en el territorio.

Perturbación del medio: No se han observado señales de que perturbe el medio donde habita, tiene preferencia por suelos sometidos a un intenso pisoteo, luego la alteración del medio es lo que facilita la entrada de la especie.

Hábitat y grado de incidencia: Se ha detectado su presencia en pastizales de *Hainardio cylindrica*-*Lophocloetum hispidum* en el Lucio de la Plancha sobre suelos muy pisoteados y compactados tras su desecación, por presentar un mayor contenido en arcillas. Dado que esta es la única cita de la especie en comunidades no antropizadas el grado de incidencia es muy bajo.

Cotula

C. australis (Sieber ex Spreng.) Hook. fil.

Origen: Procedente de Australia y Nueva Zelanda.

Forma y fecha de introducción: En Doñana se ha registrado por primera vez durante el presente estudio, en el ámbito del Parque Natural.

Grado de naturalización: No se ha registrado su presencia fuera de lugares alterados, luego como otros taxones incluidos en este estudio su presencia en el territorio parece estar relegada a la existencia de infraestructuras de origen antrópico.

Perturbación del medio: En las obras consultadas no aparece como una especie agresiva. La citan como especie ligada a ambientes ruderales y viarios, en los que las comunidades vegetales están ya de por sí muy alteradas, luego no supone un riesgo alto para las comunidades naturales.

Hábitat y grado de incidencia: Se ha registrado en un inventario realizado en los aparcamientos habilitados dentro del Parque Natural para acceder a las playas del Asperillo, conviviendo con especies autóctonas propias de comunidades de lugares pisoteados y nitrificados, en comunidades de *Polycarpo tetraphylli*-*Cotuletum australis*. Probablemente haya llegado a estos lugares a través de la actividad humana, y a través de la misma podría extenderse ocupando las zonas alteradas del mismo tipo de la zona, pero al ser una especie de carácter ruderal no existe riesgo de que invada los pastizales autóctonos si no se altera el medio.

C. coronopifolia L.

Origen: Procedente de Sudáfrica (Reino Capense), en la actualidad de distribución cosmopolita.

Forma y fecha de introducción: En Doñana citada ya como muy abundante por Galiano & Cabezudo (1976) en las zonas húmedas del borde de la marisma. Introducida en diversas partes del mundo de manera intencionada para su utilización en trabajos de revegetación y restauración ambiental, aunque en España su introducción debió ser accidental como mala hierba durante la segunda mitad del siglo XIX (Sanz-Elorza & al., 2004).

Grado de naturalización: Naturalizada en la zona de estudio siendo un taxón muy frecuente y con alto grado de presencia en muchas de las comunidades húmedas de la zona.

Perturbación del medio: En Doñana no se han evaluado los efectos que ha podido causar la introducción de esta especie. Según Sanz-Elorza & al. (2004) en California donde se considera invasora, esta especie compite eficazmente con las nativas por los nutrientes, y en los suelos ocupados por esta planta, tras su muerte parece que se produce un aumento en su contenido en sales lo que puede inhibir la entrada de otras especies autóctonas.

Hábitat y grado de incidencia: Rivas-Martínez & al. (1980) detectan la presencia de esta especie en cinco de los inventarios realizados en Doñana en comunidades de *Parapholi-Frankenietum pulverulentae*, *Arthrocnemo-Juncetum subulati*, *Hainardio cylindricae-Lophocloetum hispidae* y *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae*. En el presente estudio se ha detectado en 40 inventarios presentando un valor alto de cobertura en las comunidades de *Hainardio cylindricae-Lophocloetum hispidae* y *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae* pero también se ha detectado su presencia en comunidades de *Potametea*, *Eryngio corniculati-Preslietum cervinae*, *Anagallido tenellae-Juncetum bulbosi Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati*, *Juncetum rugoso-effusi*, *Holoschoeno-Juncetum acuti*, *Galio palustris-Juncetum maritimi*, *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris* y *Scirpo lacustris-Phragmitetum*. Esto puede ser reflejo del carácter expansivo de este taxón en el territorio, dado el aumento de su frecuencia de aparición y su diversificación en cuanto al hábitat colonizado desde el trabajo de Rivas-Martínez & al. (1980) hasta el presente. El grado de incidencia es alto.

Lactuca

L. serriola L.

Origen: Nativa de la península Ibérica. Se encuentra por toda Europa, salvo el extremo norte.

Forma y fecha de introducción: Valdés & al. (2007b) la incluyen en el catálogo florístico del espacio natural de Doñana sin aportar datos sobre localidades concretas.

Grado de naturalización: No naturalizada. Se debe considerar como una especie alóctona local de carácter adventicio.

Perturbación del medio: No presenta capacidad de alteración del medio, necesita para su colonización que esté previamente alterado.

Hábitat y grado de incidencia: Es un taxón que presenta preferencia por cunetas y taludes de vías de comunicación, baldíos, solares urbanos, y otros lugares con suelo removido y moderadamente nitrogenado, luego su presencia en el territorio está ligada a la existencia de lugares alterados. En el área de estudio se ha registrado como especie compañera en comunidades de *Silybo-Urticion*, en un camino del Parque Natural construido con suelos alóctonos. El grado de incidencia es nulo, al no presentarse en comunidades naturales.

Centaurea
C. pullata L.

Origen: Nativa de la Península Ibérica.

Forma y fecha de introducción: Citada por Cabezudo (1979) en Matalascañas.

Grado de naturalización: No naturalizada, su presencia en el manto eólico esta ligada a la existencia de infraestructuras de origen antrópico. Se debe considerar una especie de carácter adventicio en el territorio de estudio.

Perturbación del medio: No presenta capacidad de transformación del medio, necesita la presencia de medios alterados para su supervivencia en el área de estudio.

Hábitat y grado de incidencia: Registrada en un inventario de *Stellarietea mediae* realizado en una rotonda de la carretera de entrada a Matalascañas. El grado de incidencia en las comunidades no alteradas es nulo.

Arctotheca
A. calendula (L.) Levyns

Origen: Sudáfrica (Región del Cabo).

Forma y fecha de introducción: Según Sanz-Elorza & al. (2004) la primera cita en España de esta especie fue en 1925 en las costas de Cádiz. En Doñana fue citada por Galiano & Cabezudo (1976), en dunas y en el Palacio de Doñana. La forma de introducción en Doñana no se conoce, pero la introducción en la Península Ibérica según Sanz-Elorza & al. (2004) ha sido intencionada con fines ornamentales, ya que como muchos taxones procedentes de la región del Cabo, se adapta muy bien a los ambientes templados del sur peninsular.

Grado de naturalización: Naturalizada en la zona de estudio, esta especie tiene un comportamiento invasor en zonas templadas, donde se instala en los pastizales compitiendo con la flora autóctona. Este comportamiento se ve favorecido cuando los hábitats están alterados por acción antrópica. Según Sanz-Elorza & al. (2004), se considera una especie invasora en California, Australia, Tasmania, Nueva Zelanda, Japón, Chile y Sudoeste de Europa (España, Portugal y Cerdeña).

Perturbación del medio: En el área de estudio, es un taxón bastante extendido habiéndose registrado en numerosas ocasiones. No sólo se limita a crecer en las zonas alteradas o cercanas a infraestructuras de origen antrópico, sino que lo hace en zonas ya alejadas de éstas y penetrando en las comunidades de pastizales naturales, donde muestra signos de poder competir de manera agresiva con las especies autóctonas. Si a esto se le añade el aumento de la nitrificación de los suelos en algunos puntos de Doñana, por excesiva carga de ungulados, tanto silvestres como domésticos, esta especie, en pocos años, puede representar un problema en los pastizales naturales.

Tanto Sanz-Elorza & al. (2004) como Dana & al. (2005) recomiendan la eliminación de esta especie en los espacios protegidos. En los informes y programas técnicos que se han consultado no se hace mención expresa a la eliminación de la misma.

Hábitat y grado de incidencia: Se ha localizado en 33 inventarios en comunidades de pastizales de diferente naturaleza. Es abundante en los pastizales ligados a suelos arenosos sueltos, más o menos húmedos, con o sin nitrificación como son las comunidades de *Sisymbrietalia officinalis* (de las que es especie característica), *Polycarpo tetraphylli-Cotuletum australis*, *Linario donyanae-Loeflingietum baeticae*, *Linario viscosae-Carduetum meonanthi*, *Chamaemelo mixti-Vulpietum alopecuroris* y *Malcolmio littoreae-Vulpietum alopecuroris*. Con menor grado de cobertura se ha registrado en comunidades de *Urtico dubiae-Anthriscetum caucalidis*, *Hainardio cylindrica-Lophocloetum hispidae*, *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae*, *Loto cretici-Ammophiletum australis* y *Galio palustris-Juncetum maritimi*.

Como se puede deducir de la presencia en comunidades tan diversas, *Arctotheca calendula* presenta una alta plasticidad a la hora de colonizar diferentes hábitats en la zona de estudio, aunque muestra preferencia por los suelos arenosos ligeramente húmedos y algo nitrificados. Su dispersión parece estar ligada de alguna manera a los caminos, ya que se ha registrado como muy abundante en diferentes puntos de la vía pecuaria (utilizada por las hermandades en su peregrinación al Rocío), del camino de entrada al palacio y de los caminos de acceso a las playas del parque Natural. Rivas-Martínez & al (1980), detectaron la presencia de esta especie en cinco de los inventarios realizados en su trabajo sobre la vegetación de Doñana. Estos inventarios pertenecían a comunidades de *Stellarietea* (*Chamaemelo mixti-Vulpietum alopecuroris*, *Emici spinosae-Malvetum parviflorae* y *Anacyclo radiati-Hordeetum leporini*), cuatro de ellos realizados en el patio del Palacio y uno en Matalascañas. En el presente trabajo, la frecuencia de aparición de la especie parece mayor, así como su capacidad de invadir comunidades no alteradas, ya que se ha registrado en nueve tipos diferentes de pastizales. Tras esta comparación, se puede deducir que el grado de incidencia es relativamente alto por ocupación del suelo y recursos disponibles, por su alta tasa de dispersión y alto grado de adaptación a los suelos arenosos del área de estudio.

No se ha registrado en comunidades de matorral ni en el sistema de dunas móviles, luego parece ser que los suelos con mayor movilidad y la competencia con especies de matorral son determinantes para su desarrollo.

ARECACEAE

Phoenix

P. canariensis Chabaud.

Origen: Especie procedente de las Islas Canarias.

Forma y fecha de introducción: Utilizada ampliamente como ornamental.

Grado de naturalización: Tan sólo se ha detectado un ejemplar creciendo de forma silvestre, pero al encontrarse alejado de cualquier infraestructura de origen antrópico se

demuestra que la especie que tiene capacidad para reproducirse por sí misma en el territorio.

Perturbación del medio: Debido a lo anecdótico de su aparición, de momento no existen evidencias de perturbación. Pero caso de naturalizarse en el tres de dunas móviles esta especie, que pueden alcanzar un gran porte, puede reducir la movilidad del sustrato y modificar la dinámica natural de los lugares donde se instale.

Hábitat y grado de incidencia: Ha sido localizada como subespontánea en comunidades de frentes de dunas a la altura del corral del Inglesillo. El grado de incidencia es bajo, ya que se trata de un individuo aislado pero se recomienda su eliminación para impedir que prolifere su presencia.

POACEAE

Psilurus

P. incurvus (Gouan) Schinz & Thell.

Origen: Nativo de la Península Ibérica, se presenta en el sur de Europa, norte de África y suroeste de Asia.

Forma y fecha de introducción: Taxón no incluido en ninguno de los listados florísticos de Doñana consultados. En el presente estudio se ha registrado su presencia en el camino de Palacio, en tres inventarios realizados el 3 de mayo de 2006.

Grado de naturalización: No se considera una especie naturalizada, como en casos anteriores, su presencia está ligada a la existencia de infraestructuras viarias construidas con suelos alóctonos. Se debe considerar como un taxón alóctono local de carácter adventicio

Perturbación del medio: No presenta síntoma de modificar el medio, como el resto de alóctonas locales, su existencia en el territorio de estudio depende de que haya medios ya perturbados.

Hábitat y grado de incidencia: Se ha registrado en el camino de entrada a Palacio, formando parte del cortejo florístico de los pastizales de *Stellarietea mediae*. El grado de incidencia en las comunidades no alteradas es nulo.

Cynosurus

C. echinatus L.

Origen: Nativa de la Península Ibérica, se encuentra presente en toda la región mediterránea, norte de África y suroeste de Asia.

Forma y fecha de introducción: Citada por Cabezudo (1979) en Matalascañas. Su introducción en el manto eólico se sospecha ligada a la construcción de infraestructuras viarias, únicos biotopos donde ha sido registrado su presencia en el territorio.

Grado de naturalización: Se considera no naturalizada al no haberse registrado su presencia fuera de la influencia de los suelos alóctonos. Se debe considerar como un taxón alóctono local de carácter adventicio.

Perturbación del medio: No presenta capacidad de modificación del medio, coloniza lugares ya alterados.

Hábitat y grado de incidencia: Se ha registrado su presencia, fuera de inventario, en algunos caminos del Parque Natural construidos con suelos alóctonos. El grado de incidencia en las comunidades naturales es nulo.

Eragrostis

E. curvula Nees

Origen: Originario del Sudáfrica.

Forma y fecha de introducción: Citada formalmente por primera vez en la Península, en Madrid, por Nieto-Feliner (1985), este mismo autor indica que ya había sido herborizada en Madrid en los años cincuenta, lo que concuerda con lo expuesto por Verloove (2005) quien recoge citas de su cultivo en varias partes de España antes de 1958. En Doñana citada recientemente por López-Albacete & al. (2007a) aunque se sabe de su existencia en el territorio desde el año 2005. En España ha sido introducida para su uso en jardinería (Sanz-Elorza & al., 2004) aunque en otros países se utiliza para evitar la erosión y como forrajera (Ackerman & al., 1991). Posiblemente, la introducción de la especie en este espacio protegido esté ligada a las actuaciones de repoblación que se han realizado en la finca de los Mimbrales, dentro del programa de actividades del proyecto Doñana 2005, ya que es el único lugar del parque donde se ha detectado su presencia y existe una alta frecuencia de ejemplares asociados a la base de los elementos repoblados. Además, se ha observado que su expansión puede estar asociada a los caminos que recorren esta zona, ya que en los bordes de éstos se hace más abundante.

Grado de naturalización: Es una especie naturalizada en el área de estudio, sus poblaciones han crecido tras las primeras observaciones, luego tiene capacidad de reproducirse y de colonizar nuevas áreas, debe considerarse como una especie en expansión dentro de Doñana.

Perturbación del medio: Según Ackerman & al. (1991) esta especie presenta una abundante producción de semilla, un fuerte vigor de las plántulas y la capacidad para producir grandes cantidades de masa vegetal, por lo que su potencial invasor es importante. En el caso de la Península Ibérica, en Cataluña este taxón está naturalizado y, dada su expansión en los últimos años, puede considerarse invasora en los bancos arenosos de algunas riberas (Verloove, 2003 y 2005), en Galicia es considerada también, según Romero & al. (2006), una especie invasora. Su capacidad expansiva ligada a su gran porte, hacen de esta especie una posible competidora reduciendo la cantidad de suelo y nutrientes disponibles para el desarrollo de la flora alóctona.

Hábitat y grado de incidencia: Tan sólo se ha detectado en un inventario de monte blanco (*Halimio halimifolii*- *Stauracantethum genistoidis*). Si bien su localización

actual en Doñana es puntual, presentándose sólo en la zona de los Mimbrales, que ha estado sujetas a repoblaciones, no deja de ser preocupante dado que está considerada como un taxón en expansión en toda Europa, que presenta preferencia por los sustratos arenosos. Antes de que el grado de incidencia sea mayor se recomienda la inclusión de este taxón en el programa de eliminación y control de las especies invasoras de este espacio protegido.

E. minor Host

Origen: Nativa de la Península Ibérica, presente en las regiones cálidas de todo el mundo.

Forma y fecha de introducción: Citado en Doñana por López-Albacete & al. (2007a).

Grado de naturalización: Adventicia, se trata de una especie alóctona local ligada a infraestructuras de origen antrópico, no se considera naturalizada en el territorio.

Perturbación del medio: Al no invadir comunidades naturales, ni presentar la especie un carácter invasor no existe perturbación en el medio natural.

Hábitat y grado de incidencia: Se registró su presencia en el patio del Palacio de Doñana, formando parte de una comunidad de pastizal de *Euphorbietum chamesycoprostratae*, acompañando a otras especies alóctonas creciendo entre las baldosas del patio. Se trata de comunidades nitrófilas, propias de sitios con un intenso pisoteo y poco suelo disponible. El grado de incidencia es nulo ya que fuera de estos lugares la especie no se ha detectado en el área de estudio.

Paspalum

P. paspalodes ((Michx) Scribn.

Origen: Incierto, considerándola la mayoría de los autores, según Dana & al. (2005), y Sanz-Elorza & al. (2004) como neotropical.

Forma y fecha de introducción: Citada por primera vez en Doñana por Cabezudo (1979). Su introducción en Europa se produce de manera accidental como mala hierba de cultivos (Sanz-Elorza, 2004). En el área de estudio es difícil saber de que forma se pudo introducir, ya que en la actualidad es una especie relativamente frecuente en los hábitats que ocupa.

Grado de naturalización: Naturalizada en el área de estudio, formando céspedes a veces monoespecíficos, ligados a lugares húmedos.

Perturbación del medio: Especie considerada invasora. Presenta reproducción sexual, pudiendo producir de una a tres generaciones de semillas al año, y reproducción vegetativa por estolones, con gran capacidad de enraizamiento. Esta estrategia reproductiva le confiere una gran ventaja a la hora de competir con las especies autóctonas.

Hábitat y grado de incidencia: Se ha detectado en 19 inventarios todos ellos ligados a pastizales de zonas húmedas, tanto de lagunas interiores como de la vera. Invade sobre

todo comunidades de *Loto subbiflori-Chaetopogonietum fasciculati* y en menor medida de *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae*, *Anagallido tenellae-Juncetum bulbosi* *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris* y *Galio palustris-Juncetum maritimi* incluso algunos pastizales algo salobres de *Suaedo splendentis-Salicornietum ramosissimae*. En algunas lagunas como Santa Olalla, el Taraje o el Zahillo, que presentan un grado de perturbación muy alto por presencia de ganado, esta especie forma densos tapices mono-específicos en los bordes, impidiendo el desarrollo de las comunidades autóctonas. Es más abundante en el Parque Nacional que en el Natural, donde sólo se ha registrado en un inventario realizado en la laguna del Vento, sobre cúmulos de arena formados tras la excavación para hacer más profundo el vaso, luego se trata de un lugar alterado. Rivas-Martínez & al. (1980) detectan la presencia de esta especie en dos inventarios uno en comunidades de *Loto subbiflori-Chaetopogonietum fasciculati* y el otro de *Bolboschoenus maritimi*. En el presente estudio se ha detectado en un número mayor de comunidades y con una frecuencia de aparición mayor, lo que puede estar indicando una expansión del taxón en el territorio y una adaptación a colonizar un mayor número de biotopos, como consecuencia se considera que el grado de incidencia es alto.

Sanz-Elorza & al. (2004) y Dana & al. (2005) coinciden en que *Paspalum paspalodes* se instala, y su carácter invasor se ve reforzado, cuando los humedales presentan cierto grado de perturbación, luego es importante mantener las zonas húmedas en buen estado de conservación para evitar la proliferación de especies tan agresivas.

P. vaginatum Sw.

Origen: Especie alóctona procedente de las regiones tropicales y subtropicales de América.

Forma y fecha de introducción: Citado por primera vez en Doñana por Galiano & Cabezudo (1976) en la Fuente del Duque y Laguna de Santa Olalla. En Europa y España su introducción fue de manera accidental mezclado probablemente con semillas de césped o como mala hierba de arrozales (Dana & al., 2005).

Grado de naturalización: Naturalizada en el área de estudio formando parte de las comunidades naturales y en algunas ocasiones formando céspedes mono-específicos, lo que indica su capacidad de desplazar a las especies autóctonas.

Perturbación del medio: No se han evaluado las perturbaciones que podría estar provocando en el área de estudio, pero Sanz-Elorza & al. (2004) aportan datos de otros países donde actúa como invasora, indicando que son numerosas las modificaciones en el medio natural donde se instala *P. paspalodes*. Entre otras, citan la modificación de la composición y estructura de las comunidades nativas, alteración del régimen hidrológico, ya que favorece la acumulación de sedimentos, y cambios en el régimen de nutrientes como consecuencia de la deposición y retención de detritus orgánicos. Estos efectos presentan consecuencias negativas en la fauna, como la disminución de los lugares de freza para los peces, la disminución de los micromamíferos subterráneos por la elevada densidad de sus raíces y la desaparición de posaderos o perchas para las aves. Todo esto unido a alta capacidad de expansión hacen que se considere una especie alóctona invasora como *P. paspalodes*.

Hábitat y grado de incidencia: *P. vaginatum* tolera un rango de pH entre 4 y 10 (Sanz-Elorza & al., 2004) luego su presencia en los humedales halófilos como marismas y lagunas salobres es mayor que *P. paspalodes*. En la zona de estudio se ha registrado su presencia en 9 inventarios, por lo que en principio su frecuencia de aparición es menor que la de *P. paspalodes*, pero al quedar fuera del área de estudio del presente trabajo las zonas de marisma, hábitats susceptibles de ser invadidos por *P. vaginatum*, no tiene porque ser esto un reflejo de que su presencia en Doñana sea menor. Los inventarios pertenecen a comunidades de *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae*, *Hainardio cylindricae-Lophocloetum hispidae*, *Suaedo splendentis-Salicornietum ramosissimae*, *Anagallido tenellae-Juncetum bulbosi* y *Scirpo fluitantis-Juncetum heterophylli*. Todas comunidades de pastizales ligados a zonas húmedas, en algunas ocasiones algo salobres, presentes en su mayoría en la zona de la vera y en dos lagunas interiores: Laguna del Taraje y Laguna Larga. No se ha registrado su presencia en los humedales del Parque Natural, ya que los muestreos realizados pertenecen en su totalidad al Parque Nacional y Reserva Biológica. En algunas zonas de la vera se han observado praderas monoespecíficas de *P. vaginatum*, hecho que pone de manifiesto la capacidad de desplazar a las comunidades autóctonas. Rivas-Martínez & al. (1980) la citan en ocho inventarios como compañera en comunidades de *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae*, *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris*, *Galio palustris-Juncetum maritimi*, *Holoschoeno-Juncetum acuti* y *Ludwigio palustris-Cyperetum michelianii*, cuatro de ellas en las que no se ha detectado la especie en el presente estudio. Se puede afirmar que el grado de incidencia en el medio es alto.

Echinocloa

E. colonum (L.) Link

Origen: Regiones tropicales y subtropicales del Viejo y Nuevo Mundo.

Forma y fecha de introducción: Devesa (1987c) cita este taxón como frecuente en Vega, Marisma, Campiña baja, Campiña alta, Grazalema y Algeciras pero no incluye el Litoral onubense en su distribución, luego valga esta cita para confirmar la presencia de esta especie en el manto eólico del litoral onubense, siendo la fecha de su recolección el 4-X-2007.

Grado de naturalización: Especie naturalizada en herbazales de cultivos y suelos muy irrigados dentro de su área de distribución (Devesa, 1987c). En el área de estudio debe considerarse como una especie de carácter adventicio o un efemerófito.

Perturbación del medio: Se ha detectado ligada a zonas ya alteradas por nitrificación y actividades de origen antrópico, su presencia es puntual en dichos lugares no presentando capacidad para invadir comunidades de pastizales naturales.

Hábitat y grado de incidencia: Se registró en un cercado destinado a uso animal y cerca de un huerto en las inmediaciones de Palacio donde convive con otras especies citadas en este trabajo del género *Amaranthus*. El grado de incidencia es nulo, al no presentarse fuera de estas áreas alteradas de origen antrópico.

Setaria

S. pumila (Poir.) Roem. & Schult.

Origen: Nativa de Europa, norte de África y Asia En Andalucía presente en Sierra Norte, Aracena, Vega, Campiña Alta, Grazalema y Algeciras (Devesa, 1987s).

Forma y fecha de introducción: Hasta la fecha no ha sido citada en Doñana, ni siquiera se contempla el litoral onubense en su distribución. La introducción debe haber sido accidental por antropocoria.

Grado de naturalización: No naturalizada, comportamiento adventicio hasta la fecha.

Perturbación del medio: Es difícil evaluar la capacidad de perturbación ya que sólo se ha detectado en una ocasión y muy recientemente.

Hábitat y grado de incidencia: La especie se localizó en la vía pecuaria que cruza el Parque Nacional a la altura del Cerro del Trigo. Se trata de un taxón alóctono local. El grado de incidencia es nulo hasta la fecha, habría que hacer un seguimiento por si la especie logra reproducirse y aumentar sus poblaciones en el área de estudio.

Este camino es utilizado todos los años por los romeros en su paso por Doñana hacia la aldea del Rocío. En este tramo además de esta especie se registraron plántulas de varias especies hortícolas como sandía, habas y calabacín, y otra especie alóctona *Tribulus terrestris*, así como una alta densidad de *Arctotheca calendula*. El paso de personas, animales y tráfico rodado de diferente procedencia, en ecosistemas tan sensibles como Doñana, es una fuente más de nitrificación y alteración de los suelos, además de representar una vía de entrada de especies alóctonas que debe tenerse muy en cuenta, ya que de lo contrario puede provocar graves daños en la flora autóctona.

Arundo

A. donax L.

Origen: Especie alóctona originaria de las zonas cálidas de Asia, se haya cultivada y naturalizada en el sur de Europa y en otras regiones del Mundo.

Forma y fecha de introducción: Especie introducida en Europa desde muy antiguo, según Sanz-Elorza & al. (2004) su introducción data del siglo XVI, luego podría considerarse un arqueofito Europeo.

Grado de naturalización: Naturalizada en el área de estudio, aunque no es muy abundante, ya que los biotopos que coloniza esta especie no son frecuentes en la zona de estudio.

Perturbación del medio: Según Dana & al., 2005 es una especie con capacidad para modificar la estructura de los bancos ribereños que ocupa, gracias a los bloques lignificados que se forman por el crecimiento de sus rizomas. Esto provoca la retención de sedimentos, que puede llevar a la colmatación de los cauces. La intensa transpiración también contribuye a reducir los recursos hídricos. Gracias a su gran porte y rápido

crecimiento desplaza a la flora nativa. Según Sanz-Elorza & al., 2004 es una de las especies invasoras más peligrosas y nocivas a nivel mundial.

Hábitat y grado de incidencia: En el área de estudio se ha registrado en el Parque Nacional en Soto Chico, próximo al cauce, bajo una chopera de *Populus nigra*. Estos sotos, actualmente en restauración, han estado muy degradados debido sobre todo a las repoblaciones de eucaliptos, hoy en día eliminadas. Al tratarse de los pocos cauces permanentes de Doñana, debería tenerse en cuenta la eliminación de este taxón, para que la recuperación de estos arroyos sea óptima. Fuera de inventario se ha detectado su presencia en los rezumes de agua dulce del acantilado del Asperillo.

3.5.2.- Síntesis de la flora alóctona presente en la zona de estudio

Además de las 60 especies expuestas a modo de ficha en el apartado anterior, cuya presencia se ha registrado durante el presente trabajo, se ha realizado una búsqueda bibliográfica de la que se han extraído 18 citas más de otras especies alóctonas que han sido citadas en el territorio por diferentes autores, resultando un total de 88 especies exóticas presentes en Doñana.

En la Tabla 59 se presenta un cuadro sinóptico donde se incluyen las especies alóctonas detectadas en este estudio (en negrita) y las que no se han registrado pero que se tiene constancia de su presencia en el territorio a través de la bibliografía consultada. Quedan excluidas aquellas en las que la imprecisión geográfica de la cita no permita comprobar su inclusión en la flora de la zona, muchas de las cuales es posible que estén presentes.

En el presente estudio se han registrado un total de 60 especies alóctonas, con diferentes categorías, 24 están naturalizadas, 6 se han considerado invasoras en el área de estudio y el resto se han considerado efemerófitos o de carácter adventicio.

Respecto a los factores que pueden estar favoreciendo la entrada y establecimiento de especies exóticas, en el área de estudio se pueden enumerar como los más importantes: la perturbación de los hábitats naturales, la construcción de infraestructuras con suelos foráneos, la cercanía de núcleos urbanos y las actividades forestales.

La perturbación de hábitats más frecuente en Doñana es la alteración por nitrificación de las comunidades, hecho que ha sido la causa de la introducción de 14 del total de los taxones considerados no nativos del territorio, tres de ellos considerados invasores (*Paspalum paspalodes*, *Paspalum vaginatum* y *Azolla filicuolides*) capaces de reducir la biodiversidad de las comunidades naturales desplazando a las especies nativas. Otros tres son consideradas como potencialmente invasoras (*Xanthium strumarium*, *Xanthium spinosum* y *Datura stramonium*) con signos de estar en expansión; el resto son especies de hábito ruderal o arvense. La excesiva carga de herbívoros presenta un doble problema en la introducción de flora alóctona, facilita la entrada de especies nitrófilas y favorece su dispersión. Soriguer & al. (2001) insiste en que la eutrofización de los suelos producida por una excesiva carga ganadera, ha contribuido a la estabilización y expansión de muchas de estas especies nitrófilas. Estos efectos no están debidamente estudiados, sería interesante evaluar su efecto a la hora de tomar medidas preventivas.

La construcción de infraestructuras ha facilitado la entrada y dispersión de 21 de los taxones registrados. La utilización de suelos alóctonos para la construcción de caminos, ha permitido la entrada de la mayoría de estas 21 especies nativas del entorno, pero ligadas a suelos de diferente naturaleza y, en muchos casos, de hábito ruderal o arvense, son las que se han denominado alóctonas locales (Dana & al., 2005). La construcción de edificios también genera nuevos biotopos susceptibles de ser colonizados por especies umbrófilas y nitrófilas, como es el caso de *Eragrostis minor* y *Chamaesyce maculata*. Por último infraestructuras como los pozos permiten la entrada de especies como *Adiantum capillus-veneris*, ligado normalmente a paredes rocosas rezumantes. Todas estas especies se deben considerar de carácter adventicio o efemerófitos en la zona, ya que si finalizara la perturbación que ha permitido su entrada desaparecerían del territorio, al no presentar capacidad para colonizar las zonas no alteradas. Se trata de la

categoría de exóticas más abundante en el territorio, dato que coincide con los obtenidos por García-Murillo & al. (2004).

Las actividades forestales han sido otra de las actividades antrópicas que ha provocado la introducción de especies alóctonas. Algunas de ellas, se han introducido de manera intencionada, como los eucaliptos y las acacias, que han modificado desde hace años el paisaje y la estructura de las comunidades vegetales de la zona. En otras ocasiones la introducción ha sido accidental, como *Eragrostis curvula*, cuya presencia en el territorio se sospecha ligada a las reforestaciones realizadas en la finca de Los Mimbrales.

Otra vía de entrada de flora alóctona ha sido la cercanía del área de estudio a dos núcleos urbanos, donde la presencia de jardines y flora ornamental representa un foco de entrada a los territorios protegidos cercanos como ya pusieron de manifiesto García-Murillo & al. (2004). Tres de las especies registradas están relacionadas con esta vía.

Por último el tránsito de personas y vehículos representa tanto una vía de entrada de nuevas especies, como un agente dispersor de algunas de las que se han introducido por otras causas. Este tránsito se intensifica especialmente durante la romería del Rocío afectando sobre todo a las zonas cercanas a la vía Pecuaria que atraviesa todo el Parque Nacional y la Reserva Biológica. Algunas especies como *Cotula australis*, *Setaria pumila* y *Tribulus terrestris* han sido introducidas por esta vía. Otras como *Eragrostis curvula* y *Arctotheca calendula*, por las observaciones realizadas en campo, parecen verse favorecidas por el tránsito de vehículos ya que son especialmente abundantes en los caminos y zonas de paso.

Especie	Origen	Modo de Introducción	Grado de naturalización	Tipo	Distribución	Hábitat	Modificadora del medio	Grado de invasión	Sujeta a programas de eliminación
<i>Abutilion theophrasti</i>	Sur de Asia	Intencionada. Medicinal. Producción de fibra basta	Si	Alóctona no invasora	Parque Natural	Marisma	No	Bajo	No
Acacia dealbata	Australia	Intencionado. Ornamental	Naturalizada	Invasora	Parque Natural	Arenas estabilizadas y matorral de turberas	Si	Medio	Si
<i>Acacia longifolia</i>	Australia	Intencionada. Ornamental	Si	Invasora	Parque Natural	Arenas estabilizadas	Si	Bajo	?
Acacia melanoxylon	Australia	Intencionado. Ornamental y forestal	Naturalizada	Invasora	Parque Natural	Arenas estailizadasestabilizadas y sotos	Si	Bajo	Si
Adiantum capillus- veneris	Nativa	Accidental	No	Alóctona local no invasora	Reserva Biológica	Pozos	No	Nulo	No
Amaranthus albus	S EEUU y México	Accidental. Relacionada con el cultivo d arroz	No	Adventicia	Parque Nacional	Pastizales nitrifica dos	No	Nulo	No
<i>Amaranthus blitoides</i>	W EEUU	Accidental como mala hierba de cultivos	No	Adventicia	Parque Nacional	Pastizales nitrificados	No	Nulo	No
<i>Amaranthus muricatus</i>	Argentina	Accidental como mala hierba de cultivos	No	Adventicia	Parque Nacional	Pastizales hiper nitrófilos	No	Nulo	No
Amaranthus retroflexus	Norte América	Accidental. Contaminante de productos agrícolas	No	Adventicia	Parque Nacional	Pastizales nitrificados	No	Nulo	No
Amaranthus viridis	América	Accidental	No	Adventicia	Parque Nacional	Pastizales nitrificados	No	Nulo	No
Arctotheca calendula	Sudáfrica	Intencionada. Ornamental	Si	Invasora	Parque Nacional y Natural	Pastizales terofíticos sobre arenas estabilizadas o móviles	Si	Alto	No
Arundo donax	Zonas cálidas de Asia	Ornamental, construcción de chozas	Si	Invasora	Parque Nacional	Ribera de sotos	Si	Bajo	No
<i>Asclepias curassavica</i>	América tropical	Intencionada. Ornamental	No	Alóctona no invasora	Parque Nacional	Arenas estabilizadas	No	Erradicada	No
<i>Asparagus officinalis</i>	Norte Peninsular	Cultivado	Si	Alóctona local no invasora	Parque Nacional	Sotos, bordes de lagunas y marismas	No	Nulo	No
Aster squamatus	América	Accidental	Si	Naturalizada	Parque Nacional	Pastizales nitrificados. Humedales degradados	No	Bajo	No
<i>Avena byzantina</i>	¿	Intencionada. Como cultivo	Subespontáneo	Alóctona no invasora	Parque Nacional	Laboratorio del Bolín	No	Bajo	No
Azolla filiculoides	América tropical	Accidental. Relacionada con el cultivo d arroz.	Naturalizada	Invasora	Parque Nacional	Zonas húmedas de agua dulce	Si	Medio	Si
<i>Bidens frondosa</i>	América	Accidental	Si	Alóctona no invasora	Parque Nacional y Natural	Cuentas, ribazos, cultivos, en suelos nitrogenados	No	Bajo	No
Bituminaria bituminosa	Nativa	Accidental. Introducción de suelos alóctonos	No	Alóctona local	Matalascañas	Bordes de caminos	No	Nulo	No
Carpobrotus edulis	Sudáfrica	Intencionada. Uso ornamental.	Naturalizada	Invasora	Parque Nacional y Natural	Dunas y Playas	Si	Bajo	Si

Especie	Origen	Modo de Introducción	Grado de naturalización	Tipo	Distribución	Hábitat	Modificadora del medio	Grado de invasión	Sujeta a programas de eliminación
<i>Ceratonía siliqua</i>	Cuenca Mediterránea	Intencionada. Cultivo	No	Alóctona no invasora	Parque Nacional	Cercana a antiguas edificaciones sobre suelos frescos	No	Nulo	No
<i>Chamaesyce canescens</i> subsp. <i>messalensis</i>	Nativa	Accidental	Si	Alóctona no invasora	Parque Nacional	Vasos secos de zona húmedas ligeramente arcillosos	No	Bajo	No
<i>Chamaesyce maculata</i>	Norte América	Accidental	No	Alóctona no invasora	Parque Nacional	Infraestructuras antrópicas.	No	Nulo	No
<i>Cistus crispus</i>	Nativa	Accidental. Introducción de suelos alóctonos	Si	Alóctona local	Parque Nacional	Comunidades de matorral	No	Bajo	No
<i>Cistus ladanifer</i>	Nativa	Accidental. Introducción de suelos alóctonos	Si	Alóctona local	Parque Nacional y Natural	Comunidades de matorral	Si	Bajo	No
<i>Conyza albida</i>	Sudamérica	Accidental. Mala hierba de cultivo	Si	Alóctona no invasora	Parque Nacional	Juncales húmedos y ligeramente nitrificados	No	Bajo	No
<i>Conyza bonariensis</i>	América tropical	Accidental	Si	Alóctona no invasora	Parque Natural	Pastizales terofíticos ligeramente húmedos	No	Bajo	No
<i>Conyza canadiensis</i>	Norte América	Accidental	?	Alóctona no invasora	Parque Nacional	Herbazales de especies ruderales anuales	No	Bajo	No
<i>Coronopus didymus</i>	Sudamérica	Accidental	Naturalizada	Alóctona no invasora	Parque Nacional	Pastizales terofíticos y vivaces nitrificados	No	Nulo	No
<i>Cotula australis</i>	Australia y Nueva Zelanda	Accidental	No	Alóctona no invasora	Parque Natural	Pastizales terofíticos nitrificados y muy pisoteados	No	Bajo	No
<i>Cotula coronopifolia</i>	Sudáfrica	Accidental como mala hierba de cultivo	Si	Invasora	Parque Nacional y Natural	Zonas húmedas	Si	Alto	No
<i>Cynosurus echinatus</i>	Nativa	Accidental	No	Adventicia	Parque Nacional y Natural	Bordes de caminos	No	Nulo	No
<i>Datura stramonium</i>	Zonas cálidas y tropicales de América	Accidental	Si	Invasora	Parque Nacional y Natural	Pastizales nitrificados	Si	Medio	Si
<i>Digitaria debilis</i>	África tropical	Accidental como mala hierba	Si	Alóctona no invasora	Reserva Biológica	Pastizales húmedos nitrificados	No	Bajo	No
<i>Echinochloa colonum</i>	Subtropical y tropical	Accidental como mala hierba de cultivo	No	Alóctona no invasora	Parque Nacional	Pastizales nitrificados	No	Nulo	No

Especie	Origen	Modo de Introducción	Grado de naturalización	Tipo	Distribución	Hábitat	Modificadora del medio	Grado de invasión	Sujeta a programas de eliminación
<i>Echinochloa hispidula</i>	Sureste Asiático	Accidental como mala hierba de arrozales	Si	Alóctona no invasora	Parque Nacional y Natural	Arrozales	No	Bajo	No
<i>Echinochloa oryzoides</i>	China y sureste Asiático	Accidental como mala hierba de arrozales	Si	Alóctona no invasora	Parque Nacional y Natural	Arrozales	No	Bajo	No
<i>Brassica nigra</i>	Nativa	Accidental	No	Adventicia	Matalascañas	Borde de caminos	No	Nulo	No
<i>Emex spinosa</i>	Nativa	Accidental	No	Adventicia	Parque Nacional y Natural	Pastizales nitrificados	No	Bajo	No
<i>Eragrostis curvula</i>	Sudáfrica	Accidental ligada a actividades de reforestación	Si	Invasora	Parque Nacional	Arenas estabilizadas	Si	Medio	No
<i>Eragrostis minor</i>	Nativa, plurirregional	Accidental	No	Alóctona no invasora	Parque Nacional	Infraestructuras antrópicas	No	Nulo	No
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Australia	Intencionada. Uso forestal	Si	Invasora	Parque Nacional y Natural	Arenas estabilizadas	Si	Alto	Si
<i>Eucalyptus globulus</i>		Intencionada. Uso forestal	Si	Invasora	Parque Nacional y Natural		Si	Alto	Si
<i>Ficus carica</i>	Nativa del sur de la Península	Intencionada. Cultivo	Naturalizada	Alóctona no invasora	Parque Nacional	Suelos húmedos y profundos	No	Bajo	No
<i>Gamochoaeta subfalcata</i>	Sudamérica	Accidental	Si	Alóctona no invasora	Parque Nacional y Parque Natural	Pastizales húmedos ligeramente nitrificados	No	Bajo	No
<i>Genista hirsuta</i>	Nativa	Accidental	No	Alóctona local	Parque Nacional	Borde de caminos	No	Nulo	No
<i>Glaucium corniculatum</i>	Nativa	Accidental. Introducción de suelos alóctonos	No	Adventicia	Parque Natural	Borde de caminos	No	Nulo	No
<i>Gomphocarpus fruticosus</i>	Sudáfrica	Intencionada. Ornamental	Si	Invasora	Parque Nacional	Arenas estabilizadas	Si	Bajo	Si
<i>Guizotia abyssinica</i>	África tropical	Accidental. Piensos animales	No	Alóctona no invasora	Parque Nacional	Suelos de secos a húmedos en gran variedad de sustratos	No	Bajo	Si
<i>Gymnostyles stolonifera</i>	Sudamérica	Accidental	Si	Alóctona no invasora	Parque Nacional	Pastizales sometidos a un intenso pisoteo	No	Bajo	No
<i>Helitropium curassavicum</i>	América	Accidental.	Naturalizada	Alóctona no invasora	Parque Nacional y Natural	Biotopos ruderales. Suelos arenosos compactados	No	Bajo	No
<i>Herniaria cinerea</i>	Nativa	Accidental. Introducción de suelos alóctonos	No	Alóctona local	Reserva Biológica	Borde de camino	No	Nulo	No
<i>Ipomoea imperati</i>	Norte América	Intencionada. Ornamental	Si	Alóctona no invasora	Parque Nacional	Dunas móviles y playa	Si	Bajo	Si
<i>Lactuca serriola</i>	Nativa	Accidental	No	Adventicia	Parque Natural	Bordes de caminos	No	Nulo	No

Especie	Origen	Modo de Introducción	Grado de naturalización	Tipo	Distribución	Hábitat	Modificadora del medio	Grado de invasión	Sujeta a programas de eliminación
<i>Medicago truncatula</i>	Nativa	Accidental. Introducción de suelos alóctonos	No	Alóctona local	Reserva Biológica	Borde de camino	No	Nulo	No
<i>Nicotiana glauca</i>	Argentina, Paraguay y Bolivia	Intencionada. Ornamental	Si	Invasora	Parque Nacional	Matorrales de arenas estabilizadas	Si	Bajo	Si
<i>Oenothera drummondii</i>	Sudamérica	Intencionada. Ornamental	No	Alóctona no invasora	Parque Nacional	Tren de dunas móviles	No	Nulo	Si
<i>Oenothera speciosa</i>	Sudamérica	Intencionada. Ornamental	No	Alóctona no invasora	Parque Natural	Dunas costeras y cunetas	No	Bajo	No
<i>Ononis pubescens</i>	Nativa	Accidental. Introducción de suelos alóctonos	No	Alóctona local	Matalascañas	Bordes de caminos	No	Nulo	No
<i>Opuntia dillenii</i>	Norte y centro América	Intencionada. Ornamental	Si	Invasora	Parque Natural	Playa	Si	Bajo	No
<i>Opuntia maxima</i>	América Tropical (Méjico)	Intencionada. Cultivo.	Si	Invasora	Parque Nacional y Natural	Cunetas, setos, linderos	Si	Bajo	No
<i>Oxalis corniculata</i>	Holártica	Accidental	Naturalizada	Alóctona local	Parque Nacional	Infraestructuras antrópicas. Pastizales dominados por vivaces	No	Bajo	No
<i>Oxalis pes-caprae</i>	Sudáfrica	Accidental	Si	Invasora	Parque Natural	Pastizales de todo tipo	Si	Bajo	No
<i>Papaver rhoeas</i>	Nativa	Accidental. Introducción de suelos alóctonos	No	Adventicia	Parque Natural	Borde de camino	No	Nulo	No
<i>Paspalum dilatatum</i>	América del Sur	Accidental	Si	Alóctona no invasora	Parque Natural	Asociada a cultivos de regadío	¿	Bajo	No
<i>Paspalum paspalodes</i>	Neotropical?	Accidental como mala hierba	Si	Invasora	Parque Nacional	Pastizales húmedos alterados	Si	Alto	No
<i>Paspalum vaginatum</i>	Neotropical?	Accidental como mala hierba	Si	Invasora	Parque Nacional	Pastizales húmedos alterados	Si	Alto	No
<i>Phoenix canariensis</i>	Islas Canarias	Intencionado. Ornamental	Si	Alóctona no invasora	Parque Nacional	Tren de dunas móviles	No	Nulo	No
<i>Pinus pinea</i>	S Europa y W Asia	Intencionada. Cultivo forestal	Naturalizada	Alóctona local?	Parque Nacional y Natural	Arenas estabilizadas y depresiones interdunares	Si	Alto	No
<i>Plantago bellardi</i>	Nativa	Accidental. Introducción de suelos alóctonos	No	Alóctona local	Parque Natural	Bordes de caminos	No	Nulo	No
<i>Populus nigra</i>	Eurosiberiana	Intencionada. Reforestación de riberas	No	Alóctona regional	Parque Nacional	Ribera de sotos	No	Nulo	No
<i>Populus nigra</i>	Eurosiberiana	Intencionada. Reforestación de riberas	No	Alóctona regional	Parque Nacional	Ribera de sotos	No	Nulo	No
<i>Psilurus incurvus</i>	Nativa	Accidental. Introducción de suelos alóctonos	No	Alóctona local	Parque Nacional	Bordes de caminos	No	Nulo	No

Especie	Origen	Modo de Introducción	Grado de naturalización	Tipo	Distribución	Hábitat	Modificadora del medio	Grado de invasión	Sujeta a programas de eliminación
<i>Ricinus communis</i>	Etiopía y Somalia?	Intencionado. Medicinal y uso de sus aceites	No	Alóctona no invasora	Parque Nacional	Cunetas y matorrales	No	Bajo	Si
<i>Rumex dentatus subsp. callosissimus</i>	Sudoeste de Asia y norte de África	Accidental	Si	Alóctona no invasora	Parque Nacional	Marisma	No	Bajo	No
<i>Salix fragilis</i>	Europa, SW Asia y Macaronesia	Intencionada. Ornamental	No	Alóctona regional	Parque Nacional	Orla de lagunas	No	Nulo	No
<i>Setaria pumila</i>	Nativa	Accidental	No	Alóctona no invasora	Parque Nacional	Pastizales terofíticos	No	Nulo	No
<i>Solanum sodomeum</i>	Sudáfrica	Intencionada. Ornamental	No	Alóctona no invasora	Matalascañas	Márgenes de campos y caminos	No	Bajo	No
<i>Sorghum hapelense</i>	Mediterráneo oriental	Accidental como mala hierba	No	Alóctona no invasora	Parque Nacional y Natural	Biotopos ruderales, viarios y cultivos de regadío	No	Bajo	No
<i>Tamarix parviflora</i>	Región Egea y Península Balcánica	Intencionada. Ornamental	No	Alóctona no invasora	Parque Nacional	Bosques de ribera	No	Bajo	No
<i>Tribulus terrestris</i>	Nativa, ruderal de suelos compactados	Accidental	No	Alóctona local	Parque Nacional	Borde de caminos	No	Nulo	No
<i>Trigonella monspeliaca</i>	Nativa, sobre suelos básicos.	Accidental. Introducción de suelos alóctonos	Adventicia	Alóctona local	Parque Nacional	Borde de caminos	No	Nulo	No
<i>Trifolium stellatum</i>	Nativa	Accidental. Introducción de suelos alóctonos	Adventicia	Alóctona local	Reserva Biológica	Borde de caminos	No	Nulo	No
<i>Tripodium tetraphyllum</i>	Nativa, sobre suelos básicos.	Accidental. Introducción de suelos alóctonos	Adventicia	Alóctona local	Matalascañas	Borde de caminos	No	Nulo	No
<i>Tripodium tetraphyllum</i>	Nativa, sobre suelos básicos.	Accidental. Introducción de suelos alóctonos	Adventicia	Alóctona local	Matalascañas	Borde de caminos	No	Nulo	No
<i>Xanthium spinosum</i>	Sudamérica	Accidental	Si	Invasora	Parque Nacional	Suelos nitrificados y alterados	Si	Medio	Si
<i>Xanthium strumarium</i>	Norte América	Accidental	Si	Invasora	Parque Nacional y Natural	Pastizales sobre suelos perturbados	No	Bajo	Si
<i>Verbascum sinuatum</i>	Nativa	Accidental. Introducción de suelos alóctonos	No	Alóctona local	Parque Nacional y Natural	Bordes de caminos	No	Nulo	No
<i>Yucca ssp.</i>	Norte América	Intencionada. Ornamental	No	Alóctona no invasora	Parque Nacional	Ambientes ruderales costeros	No	Bajo	Si

Tabla 59. Cuadro resumen de la flora alóctona presente en la zona de estudio. En negrita se indican las especies que se han registrado durante el presente trabajo, el resto han sido citadas por otros autores en la zona de estudio. Se incluyen datos sobre el origen, forma de introducción, grado de naturalización de la especie en el área de estudio, tipo de exótica, distribución dentro del área de estudio, hábitat que ocupa en el área de estudio, capacidad de modificación del medio, grado de invasión en el área de estudio y si está incluida en algún programa de erradicación

3.5.3. Análisis del Catálogo florístico

En el presente apartado se realiza un breve análisis del catálogo florístico, incluido en el Anexo II del presente trabajo.

Como se explica con más detalle en dicho anexo, en el catálogo se han incluido no sólo los taxones registrados en el presente estudio, sino todos aquellos de los cuales se tiene constancia que han sido citados en Doñana.

En total se han incluido en el catálogo 1356 taxones, vasculares y no vasculares, de los cuales 697 han sido registrados durante el presente estudio, 179 han sido citados en el territorio de estudio pero no se han registrado durante los muestreos realizados, 106 han sido citados por otros autores en territorios de Doñana excluidos del área de estudio, en la mayoría de los casos presentes en la marisma. Por último, 53 se han considerado como especies de cuya presencia en el territorio se duda y 321 han sido citados en el espacio de Doñana pero sin aportar localidades concretas.

A la hora de realizar el correspondiente análisis, no se han tenido en cuenta los taxones considerados en el presente estudio como dudosos, o aquellos que han sido citados en el territorio sin localidades concretas que verifiquen su presencia. Luego el cómputo total de especies a analizar se reduce a 982, de las cuales sólo se considerarán las 951 plantas vasculares, dado que de las criptógamas no vasculares sólo se han incluido en el catálogo aquellas que pueden tener interés en el análisis de las comunidades.

Las pautas que se han seguido para el análisis se han extraído de varios trabajos previos sobre análisis de flora (Cueto & al., 1991; Ríos & Alcaraz, 1995; Velasco & Rico, 2000; Giménez-Luque & Gómez-Mercado, 2002) con la intención de que los datos obtenidos sean comparables con el resto de estudios realizados con otras floras. De este modo se ha tenido en cuenta el espectro de formas biológicas, la composición florística de acuerdo con los principales grupos y familias botánicas y el grado de conservación de la flora.

3.5.3.1. Grupos taxonómicos y familias botánicas

En la Tabla 60 se muestran el número y porcentaje de taxones y familias que incluyen los principales grupos botánicos de la flora vascular presente en Doñana.

El grupo de los pteridofitos incluye un total de 15 especies repartidas en 11 familias diferentes. El porcentaje de pteridofitos, indicador del grado de humedad de un territorio según Cueto & al. (1991), es de 1,6. Este valor es menor que el registrado por De las Heras (2007) de 1,73%, para territorios aledaños al área de estudio. No obstante está comprendido entre los valores obtenidos para territorios del sureste peninsular, que presentan una mayor xericidad que el área de estudio, como la Sierra del Segura de 1,2 (Ríos & Alcaraz, 1995), Sierras de María y Orce de 1,1 (Cueto & al., 1991) y la Sierra de Gádor de 0,6 (Ríos & Alcaraz, 2002); y los obtenidos según Cueto & al. (1991) para zonas de mayor humedad como Montseny de 2,38 y el Aiogal 2,55. A pesar de la aparente xericidad que pueden mostrar las arenas, la existencia de numerosas zonas húmedas permite la presencia de especies exigentes en humedad como los helechos. El género

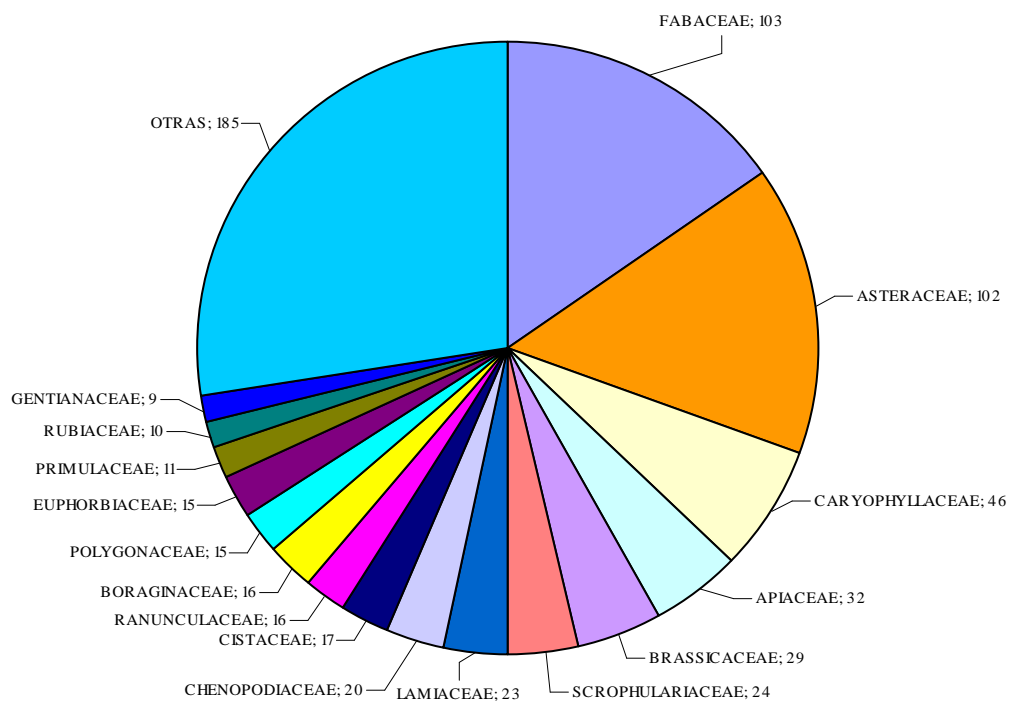


Figura 31. Principales familias botánicas de dicotiledóneas presentes en el área de estudio. Se indica el número de taxones que incluye cada una de ellas. En el grupo de “otras” se han incluido las 55 familias que presentan menos de ocho taxones.

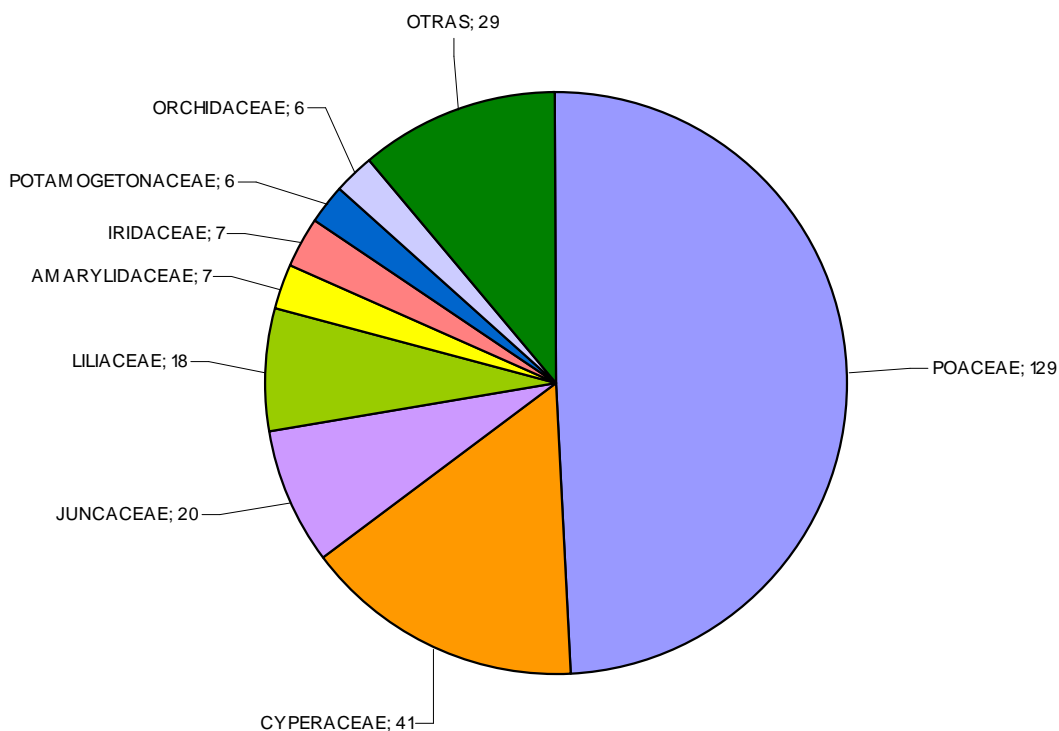


Figura 32. Principales familias botánicas de monocotiledóneas presentes en el área de estudio. Se indica el número de taxones que incluye cada una de ellas. En el grupo de “otras” se han incluido las 12 familias que presentan menos de seis taxones.

Isoetes, es el que cuenta con un mayor número de especies (*I. histrix*, *I. setaceum* e *I. velatum*) cuya ecología está íntimamente ligada a la existencia de lagunas temporales.

Las gimnospermas con tan sólo 4 especies representan un 0,41% del total, siendo el grupo que absorbe mayor número de taxones y familias las angiospermas (dicotiledóneas y monocotiledóneas) que representan el 95% del total de las especies y aproximadamente un 84% del total de familias botánicas incluidas en el catálogo. Estos datos son similares a los obtenidos por los distintos estudios florísticos consultados realizados en la Sierra de María y Orce (Cueto & al., 1991); Cuenca del Segura (Ríos & Alcaraz, 1995); Castilla y León (Velasco & Rico, 2000); sur de la Península (Giménez-Luque & Gómez-Mercado, 2002); y en la comarca del entorno de Doñana (De las Heras, 2007).

	Nº Familias		Taxones	
	Nº	%	Nº	%
Pteridofitos	10	9,4	15	1,6
Gimnospermas	2	1,9	4	0,4
Dicotiledóneas	72	68,9	670	70,5
Monocotiledóneas	21	19,9	262	27,5
TOTAL	105	100	951	100

Tabla 60. Representación de los grandes grupos de especies vegetales vasculares presentes en Doñana.

Del grupo de dicotiledóneas se indica el número de taxones que incluye cada una de ellas. En el grupo de "otras" se han incluido las 55 familias que presentan menos de ocho taxones. En el grupo de "otras" se han incluido las 56 familias que presentan menos de ocho taxones, con el objetivo de facilitar la visualización de la información. Las familias con un mayor número de especies, como se observa en el Figura 31, son las *Fabaceae* y las *Asteraceae*, seguidas de las *Caryophyllaceae*, *Apiaceae* y *Scrophulariaceae*, datos que coinciden con los obtenidos por De las Heras (2007) y que, según Ríos & Alcaraz (1995), es un hecho común en todas las floras mediterráneas occidentales.

En la Figura 32 se muestran las principales familias que incluye el grupo de las monocotiledóneas, que representan en total casi un 20% y que incluyen aproximadamente unas 262 especies agrupadas en 21 familias, de nuevo valores muy similares a los obtenidos por De las Heras (2007). Este porcentaje según Ríos & Alcaraz (1995) se puede relacionar con la presencia de prados y zonas húmedas, hábitat muy bien representados en la zona de estudio. Se ha agrupado, como en el caso anterior, en la categoría de otras 12 familias que presentan menos de 6 taxones. La familia *Poaceae* es la que mayor número de taxones presenta con mucha diferencia respecto al resto, le sigue las familias *Cyperaceae* y *Juncaceae*, donde se incluyen muchas de las especies relacionadas con las zonas húmedas, muy abundantes en la zona de estudio.

3.5.3.2. Análisis de las formas vitales

La manera en que cada especie soporta la época desfavorable denota la capacidad de resistencia o, lo que es lo mismo, de supervivencia en unas condiciones climáticas determinadas, proporcionando una información valiosa sobre la especialidad adaptativa de la planta. La posición relativa de las yemas respecto al suelo durante la estación seca es un

carácter muy ilustrativo de esta adaptación (Raunkjaer, 1934), y permite distinguir varias formas o tipos biológicos, que han sido los utilizados en el presente trabajo. La definición de cada una de ellos se encuentra en el Anexo II, que incluye el catálogo florístico.

Por tanto, el espectro biológico o la proporción de especies que forman parte de cada una de las formas vitales de una determinada zona, está en relación directa con las condiciones ambientales reinantes en el territorio (Raunkjaer, 1934).

En la Tabla 61 se muestra el número de taxones que incluye cada una de los tipos biológicos que se han tenido en cuenta a la hora de agrupar las especies. El grupo de los terófitos representa el 46,6 % del total, casi la mitad, le siguen los hemicriptófitos con un 19,5% y los fanerófitos con un 10,1%, en los que se han agrupado los nanofanerófitos, microfanerófitos y mesofanerófitos.

Según Giménez-Luque & Gómez-Mercado (2002) en las zonas semiáridas y áridas el biotipo dominante son los terófitos, mientras que en las zonas tropicales lo son los fanerófitos. Voliotis (1982) indica que la dominancia de hemicriptófitos o terófitos depende del mayor o menor grado de mediterraneidad, así al aumentar la termicidad y reducirse las precipitaciones se incrementa la proporción de terófitos. Por tanto, es lógico que en el territorio de estudio, incluido en el piso termomediterráneo, la mayor parte de las especies sean de carácter anual. Por otro lado, los hemicriptófitos aumentan su representatividad cuando disminuye la temperatura y aumentan las precipitaciones, o cuando por presencia de humedad edáfica disminuye el estrés hídrico. El hecho de que sea el segundo grupo con un mayor número de especies en la zona de estudio, se debe probablemente, a la existencia de numerosas zonas húmedas, donde este tipo biológico es muy frecuente, hecho que también pone de manifiesto De las Heras (2007) en su estudio florístico sobre la flora del oeste del entorno de Doñana.

Formas vitales	Nº Taxones	%
Terófitos	455	47,7
Hemicriptófitos	188	19,7
Fanerófitos	98	10,3
Geófitos	87	9,1
Hidrófitos	43	4,5
Caméfitos	49	5,1
Helófitos	19	1,9
Pleustófitos	5	0,5
Lianas	7	0,73
Total	951	100

Tabla 61. Número de taxones y porcentaje de las distintas formas vitales de los taxones incluidos en el catálogo florístico a excepción de los líquenes.

Respecto a los fanerófitos a pesar de ser el tercer grupo en número de especies son los elementos dominantes en el paisaje del área de estudio, al ser éste análisis de carácter exclusivamente cualitativo, no debe confundirse la abundancia de especies de una determinada forma vital, con su cobertura en el campo. Al igual que indican Ríos & Alcaraz (1995) para la Sierra del Segura, en Doñana los fanerófitos, con su biomasa y

abundancia, conforman la mayoría de las formaciones vegetales, siendo el matorral la formación que ocupa una mayor superficie.

3.5.3.3. Grado de protección de la flora

A la hora de evaluar el grado de protección de la flora, se ha tenido en cuenta la legislación existente tanto en el ámbito regional, como en el nacional y en el europeo. En la Tabla 62 se incluyen los taxones presentes en la zona de estudio incluidos en alguna de las cinco categorías que tiene en cuenta la Lista Roja de la Flora Vascular de Andalucía (Cabezudo & al., 2005). En la Tabla 63 se han registrado los taxones del catálogo florístico incluidos en el Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España (Bañares & al., 2003; Bañares & al., 2006) y las que contempla la Directiva Hábitat en el Anexo II bajo la categoría de “especies animales y vegetales de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de conservación”.

En total existen en el territorio de estudio 98 especies que gozan de alguna figura de protección según el ámbito regional, nacional y europeo, lo que representa casi un 10% del total de especies. Este porcentaje es ligeramente superior al registrado en zonas aledañas por De las Heras (2007), lógico ya que se trata de un territorio que goza de las figuras de protección de Parque Natural y Nacional.

Si se analiza desde el ámbito regional (Tabla 62), el total de especies protegidas se eleva a 95, siendo la categoría que mayor número de especies incluye aquella en la que no existen datos suficientes para su catalogación (DD), con un total de 32. Las especies consideradas vulnerables (VUL) son 26, un 2,65% del total de las especies incluidas en la zona de estudio, seguidas de la categoría en peligro crítico (CR) con 16 especies y en peligro (ENP) con 11 especies.

De las especies que gozan de protección, las dicotiledóneas son el grupo que incluye un mayor número de taxones, 46; seguidas de las monocotiledóneas con 17; los pteridofitos con 6; y por último las gimnospermas con 2.

Observando la Tabla 63, el número de especies que gozan de alguna figura de protección a nivel nacional se ve muy reducido, incluyendo un total de 29 especies, que suponen aproximadamente un 3% del total, frente al 10% que protege la ley autonómica. En este caso la categoría vulnerable es la que incluye un mayor número de especies, 14; seguida de la categoría en peligro crítico con 8 especies; 5 sin datos suficientes para su catalogación; y 2 en peligro. El grupo que cuenta con un mayor número de especies protegidas es de nuevo el de las dicotiledóneas con un total de 20, seguidas de las monocotiledóneas con 7, y las gimnospermas y los pteridofitos con una especie cada una.

Dos especies gozan de protección a nivel nacional y no autonómico: *Daucus arcanus* y *Chamaesyce peplis*, el resto aunque cambie la categoría de protección están incluidas en ambas listas rojas, la andaluza y la nacional.

Por último, la legislación a nivel europeo incluye 7 especies presentes en el catálogo florístico de la zona de estudio en el Anexo II (Tabla 63), 4 de ellas son dicotiledóneas, 3 monocotiledóneas y un briófito acuático, *Riella helycophylla* que no está incluido en ninguna de las dos listas anteriores.

Categoría	Nº Taxones	%	Taxones
CAM	8	0,81	<i>Osmunda regalis</i> , <i>Halopeplis amplexicaulis</i> , <i>Loeflingia baetica</i> , <i>Armeria gaditana</i> , <i>Ulex minor</i> , <i>Gratiola linifolia</i> , <i>Pancratium maritimum</i> .
VUL	26	2,65	<i>Isoetes setaceum</i> , <i>Marsilea strigosa</i> , <i>Juniperus phoenicea</i> subsp. <i>turbinata</i> , <i>Armeria pungens</i> , <i>Armeria velutina</i> , <i>Corema album</i> , <i>Erica ciliaris</i> , <i>Sedum maireanum</i> , <i>Mercurialis elliptica</i> , <i>Euphorbia boetica</i> , <i>Frangula alnus</i> subsp. <i>baetica</i> , <i>Eryngium corniculatum</i> , <i>Eryngium galioides</i> , <i>Calystegia soldanella</i> , <i>Linaria munbyana</i> , <i>Linaria pedunculata</i> , <i>Linaria tursica</i> , <i>Pinguicula lusitanica</i> , <i>Centaurea exarata</i> , <i>Athenia orientalis</i> , <i>Zannichellia pedunculata</i> , <i>Zostera noltii</i> , <i>Fuirena pubescens</i> , <i>Puccinellia fasciculata</i> , <i>Gaudinia hispanica</i> , <i>Stipa gigantea</i> subsp. <i>Donyanae</i> .
ENP	11	1,12	<i>Thelypteris palustris</i> , <i>Juniperus oxycedrus</i> subsp. <i>macrocarpa</i> , <i>Iberis ciliata</i> subsp. <i>weltswichii</i> , <i>Lathyrus nudicaulis</i> , <i>Lythrum baeticum</i> , <i>Scutellaria minor</i> , <i>Teucrium aristatum</i> , <i>Plantago algarbiensis</i> , <i>Wolffia arrhiza</i> , <i>Vulpia fontquerana</i> , <i>Micropyropsis tuberosa</i> .
CR	16	1,63	<i>Pilularia minuta</i> , <i>Nuphar luteum</i> , <i>Nymphaea alba</i> , <i>Viola lactea</i> , <i>Rorippa valdes-bermejoi</i> , <i>Genista ancistrocarpa</i> , <i>Adenocarpus gibbsianus</i> , <i>Caropsis verticillato-inundata</i> , <i>Thymus albicans</i> , <i>Utricularia exoleta</i> , <i>Scorzonera fistulosa</i> , <i>Onopordum dissectum</i> , <i>Hydrocharis morsus-ranae</i> , <i>Bulbostylis cioniana</i> , <i>Rhynchospora modesto-lucennoi</i> , <i>Carex panicea</i> .
EXT	2	0,2	<i>Gentiana pneumonanthe</i> subsp. <i>pneumonanthe</i> , <i>Utricularia australis</i> .
DD	32	3,25	<i>Isoetes velatum</i> , <i>Ceratohyllum demersum</i> , <i>Atriplex tornabenei</i> , <i>Arenaria algarbiensis</i> , <i>Silene ramosissima</i> , <i>Armeria hispalensis</i> , <i>Elatine brochonii</i> , <i>Xolantha brevipes</i> , <i>Xolantha commutata</i> , <i>Xolantha echioides</i> , <i>Ononis cossoniana</i> , <i>Apium inundatum</i> , <i>Anchusa calcarea</i> , <i>Callitriche obtusangula</i> , <i>Callitriche regis-jubae</i> , <i>Verbascum masquindali</i> , <i>Artemisia crithmifolia</i> , <i>Triglochin barrelieri</i> , <i>Triglochin laxiflora</i> , <i>Potamogeton lucens</i> , <i>Potamogeton natans</i> , <i>Potamogeton polygonifolius</i> , <i>Ruppia depranensis</i> , <i>Ruppia maritima</i> , <i>Lemna trisulca</i> , <i>Juncus emmanuelis</i> , <i>Isolepis fluitans</i> , <i>Carex laevigata</i> , <i>Carex pseudocyperus</i> , <i>Festuca ampla</i> subsp. <i>simplex</i> , <i>Bromus macrantherus</i> , <i>Digitaria debilis</i> .
Total	95	9,66	

Tabla 62. Especies presentes en el catálogo florístico del área de estudio incluidas en algunas de las categorías de la Lista Roja de la Flora Vascular de Andalucía (Cabezudo & al., 2005). Las distintas categorías que se incluyen son: casi amenazada (CAM), vulnerable (VUL), en peligro (ENP), en peligro crítico (CR), en peligro de extinción (EXT) y con datos insuficientes para su catalogación (DD).

	Categoría	Nº Taxones	%	Taxones
Ámbito Nacional	VUL	14	1,4	<i>Pilularia minuta</i> , <i>Juniperus oxycedrus</i> subsp. <i>macrocarpa</i> , <i>Halopeplis amplexicaulis</i> , <i>Elatine brochonii</i> , <i>Frangula alnus</i> subsp. <i>baetica</i> , <i>Caropsis verticillato-inundata</i> , <i>Daucus arcanus</i> , <i>Callitriche obtusangula</i> , <i>Linaria tursica</i> , <i>Althenia orientalis</i> , <i>Bulbostylis cioniana</i> , <i>Vulpia fontquerana</i> , <i>Gaudinia hispanica</i> , <i>Stipa gigantea</i> subsp. <i>donyanae</i> .
	ENP	2	0,2	<i>Lemna trisulca</i> , <i>Micropyropsis tuberosa</i>
	CR	8	0,8	<i>Rorippa valdes-bermejoi</i> , <i>Genista ancistrocarpa</i> , <i>Adenocarpus gibbsianus</i> , <i>Utricularia exoleta</i> , <i>Scorzonera fistulosa</i> , <i>Onopordum dissectum</i> , <i>Hydrocharis morsus-ranae</i> , <i>Rhynchospora modesto-lucennoi</i> .
	EXT	0	0	
	DD	5	0,5	<i>Elatine alsinastrum</i> , <i>Xolantha commutata</i> , <i>Chamaesyce peplis</i> , <i>Wolffia arrhiza</i> , <i>Puccinellia fasciculata</i> .
	Total	29	2,9	
Ámbito Europeo	Anexo II	7	0,7	<i>Riella helicophylla</i> , <i>Armeria velutina</i> , <i>Caropsis verticillato-inundata</i> , <i>Plantago algarbiensis</i> , <i>Linaria tursica</i> , <i>Micropyropsis tuberosa</i> , <i>Gaudinia hispanica</i> .
	Total	7	0,7	

Tabla 63. Grado de protección de la flora según el Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España (Bañares & al., 2003) y el Anexo II de la Directiva Hábitat.

Capítulo 4. CONCLUSIONES

4. CONCLUSIONES

1. El esquema sintaxonómico de la zona de estudio incluye un total de 83 sintaxones (asociaciones y subasociaciones) y 11 comunidades sin categoría sintaxonómica. Del total de comunidades incluidas 72 han sido identificadas en el presente estudio, 26 de ellas son nuevas comunidades a incluir en el catálogo sintaxonómico de Doñana, de las cuales 4 de ellas se describen en el presente trabajo: *Hyperico elodis-Schoenetum nigricantis*, *Centaureo exaratae-Schoenetum nigricantis*, *Schoenoplectetum corymbosi* y *Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae galietosum minutuli*.

2. Del total de comunidades reconocidas en el esquema sintaxonómico del área de estudio 48 de ellas están incluidas en alguno de los códigos propuestos por la Directiva Hábitat, lo que supone que el 58 % del total de comunidades son de interés comunitario.

3. Se han reconocido en el territorio de estudio una serie climatófila:

- Serie termomediterránea gaditano-onubo-algarviense y tingitana seco-subhúmeda sabulícola del alcornoque (*Quercus suber*): *Oleo-Querceto suberis* S.

Y dos geoserias edafófilas:

-. Geoserie edafohigrófila termomediterránea gaditano-onubo-algarviense, jerezana y tingitana silicícola

Serie riparia termomediterránea silicícola gaditano-onubo-algarviense del sauce atrocinéreo (*Salix atrocinerea*): *Viti-Saliceto atrocinerea* S.

Serie edafohigrófila no riparia meso-termomediterránea silicícola iberomarroquí atlántica del fresno (*Fraxinus angustifolia*): *Ficario ranunculoidis-Fraxineto angustifoliae* S.

-. Geoserie edafoxerófila litoral psamófila termomediterránea mediterráneo-iberoatlántica

Serie de las dunas embrionarias y móviles: *Loto-Ammophileto arundinaceae* S.

Serie del enebral sobre dunas: *Rhamno oleoidi-Junipereto macrocarpae* S.

Serie del sabinar sobre dunas: *Osyrio quadripartitae-Junipereto turbinatae* S.

4. Los análisis de clustering del tipo jerárquicos aglomerativo (tipo K-mean) aplicados al total de inventarios, han mostrado una eficacia alta a la hora de separar comunidades (45%). No siendo eficaces cuando el número de muestreos en la comunidad es bajo o cuando existen gradientes ambientales.
5. Los análisis tipo Fuzzy-mean han mostrado ser eficaces a la hora de separar comunidades en las que la existencia de un gradiente en algún factor abiótico resulta en una variación gradual de la composición específica de los inventarios.
6. Las diferencias en la pluviometría entre los años de muestreo, pueden afectar a la clasificación de los grupos, ya que implican diferencias en la composición florística de las comunidades, afectando sobre todo al cortejo de especies anuales.
7. Los grupos de inventarios generados tras los sucesivos análisis se han testado con el método Anosim resultando ser grupos sólidos desde un punto de vista biológico. Esto corrobora la eficacia de los análisis jerárquicos aglomerativos a la hora de generar grupos que correspondan con comunidades fitosociológicas.
8. Los valores de riqueza específica y entropía de Shannon-Wiener calculados para cada una de las comunidades, presentan patrones similares de cambio, siendo las comunidades más ricas en especies también las más diversas. Las comunidades con los valores de riqueza más altos son los pastizales de *Thero-Brometalia* ligados a zonas perturbadas, los sabinares (*Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae*) y los gamonales (*Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae*). Por el contrario las comunidades menos diversas son las comunidades de *Salsolo kali-Cakiletum aegyptiacae*, *Typho angustifoliae-Phragmitetum australis*, *Schoenoplectetum corymbosi* y las comunidades de *Cistus ladanifer* e *Imperata cylindrica*.

Los valores de diversidad elevados, se deben, en la mayoría de las ocasiones, a la presencia de un estrato herbáceo rico en especies. La dependencia que presentan los terófitos del régimen anual de lluvias, provoca que la desviación estándar de los valores de diversidad y riqueza sea muy elevada, al haber muestreado las mismas comunidades en años diferentes.

Los valores más bajos de diversidad registrados corresponden con lugares, donde las condiciones del medio son muy fluctuantes, lo que reduce el número de especies adaptadas a estas situaciones. En el caso de las comunidades de *Cistus ladanifer*, es la propia especie, la que gracias a las sustancias alelopáticas que genera, reduce la diversidad impidiendo el establecimiento de otras especies.

9. Los factores que afectan a la diversidad de las comunidades en la zona de estudio son la humedad edáfica, la presencia de herbívoros, la salinidad, la movilidad del sustrato, la cantidad de nutrientes y el grado de alteración del medio.

10. De los 876 taxones reconocidos en el área de estudio, 697 han sido localizados. De ellos, 2 son novedad para la provincia de Huelva (*Centunculus*

minimus y *Chamaesyce canescens* subsp. *massilensis*), 21 se citan por primera vez en Doñana (*Astragalus boeticus*, *Astragalus pelecinus*, *Calystegia soldanella*, *Chamaesyce maculata*, *Desmazeria rigida* subsp. *hemipoa*, *Echinochloa colonum*, *Eragrostis curvula*, *Eragrostis minor*, *Herniaria cinerea*, *Kickxia spuria* subsp. *integrifolia*, *Lathyrus angulatus*, *Lepidium latifolium*, *Limonium echioides*, *Lobularia lybica*, *Setaria pumila*, *Simethis mattiazi*, *Tribulus terrestris*, *Trifolium ligusticum*, *Trigonella monspeliaca*, *Verbascum masguindali* y *Viola lactea*), y por último se citan nuevas poblaciones de 7 especies consideradas de interés por su rareza, grado de protección o baja frecuencia en el territorio de estudio (*Bulbostylis cioniana*, *Carex trinervis*, *Gentiana pneumonanthe*, *Potamogeton natans*, *Rhynchospora modesto-lucennoi*, *Scilla ramburei* y *Wolffia arrhiza*)

11. Se han detectado 60 especies alóctonas, de las que 6 se consideran invasoras, cuatro de ellas ligadas a zonas húmedas. Los principales factores que están favoreciendo la entrada de flora alóctona en el territorio de estudio son: la perturbación de los hábitats naturales, la construcción de infraestructuras con suelos foráneos, la cercanía de núcleos urbanos y las actividades forestales.

12. El grupo botánico que mayor número de taxones y familias botánicas incluye son las dicotiledóneas con 670 taxones agrupados en 72 familias siendo las *Fabaceae*, *Asteraceae* y *Caryophyllaceae* las que incluyen un mayor número de taxones con 103, 102 y 46 respectivamente. Las monocotiledóneas incluyen un total de 262 taxones agrupados en 21 familias, donde las *Poaceae* con 129 especies, son las que agrupan un mayor número de taxones, seguidas de las *Cyperaceae* con 41 especies y las *Juncaceae* con 20 especies. El grupo de los pteridofitos incluye 15 taxones agrupados en 10 familias, y por último las gimnospermas están representadas por 4 taxones agrupados en 2 familias.

13. El tipo biológico predominante es el terófito con 455 especies que representan un 47,7% del total, hecho que indica la elevada xericidad de la zona de estudio, le sigue el grupo de los hemicriptófitos que incluye un total de 188 especies, representando un 19,7% del total. El 32% restante se reparte entre los fanerófitos que representan un 10,3% del total, los geófitos (9,1%), caméfitos (5,1%), hidrófitos (4,5%), helófitos (1,9%), lianas (0,7%) y por último los pleustófitos (0,5%).

14. El grado de protección de la flora es alto (95 especies) si se considera la Lista Roja de la Flora Vascular de Andalucía. Este grado de protección disminuye hasta 29 especies, si se tiene en cuenta la Lista Roja de la Flora Vascular de España y hasta 7 según la Directiva Hábitat.

5. ÍNDICE FITOSOCIOLÓGICO

5.- ÍNDICE FITOSOCIOLÓGICO

Se incluye en primer lugar el número de página correspondiente a la descripción de la comunidad (tomo I) y en segundo lugar, en el caso de las asociaciones, se incluye el número de página de la tabla fitosociológica correspondiente presentes en el anexo I (tomo II).

A

<i>Adiantetalia capilli-veneris</i>	135	
ADIANTEA	135	
<i>Adiantion capilli-veneris</i>	135	
<i>Agropyro-Minuartienion peploidis</i>	124	
<i>Agropyro-Minuartion peploidis</i>	124	
<i>Agrostietalia castellanae</i>	161	
<i>Agrostio stoloniferae-Tamaricetum canariensis</i>	199	
<i>Agrostion castellanae</i>	161	
<i>Ammophilenion australis</i>	121	
<i>Ammophiletalia</i>	121	
AMMOPHILEA	121	
<i>Ammophilion australis</i>	121	
<i>Anacyclo radiati-Hordeetum leporini</i>	151	
<i>Anagallido tenellae-Juncetum bulbosi</i>	118	26
<i>Anagallido tenellae-Juncion bulbosi</i>	118	
ARTEMISIETA VULGARIS	137	
<i>Artemisio crithmifoliae-Armerietum pungentis</i>	126	30
<i>Asparago albi-Rhamnetum oleoidis</i>	206	89
<i>Asparago albi-Rhamnion oleoidis</i>	206	
<i>Asphodelo aestivi-Armerietum gaditanae</i>	161	49

B

<i>Bolboschoenetum maritimi</i>	108	23
---------------------------------------	-----	-----------

C

<i>Cakiletalia integrifoliae</i>	128	
CAKILEA MARITIMAE	128	
<i>Cakilion maritimae</i>	128	
<i>Callitricho brutiae-Ranunculetum peltati</i>	78	3
<i>Callitricho platycarpae-Elatinetum alsinastri</i>	77	
<i>Callitricho stagnalis-Ranunculetum saniculifolii</i>	78	3
CALLUNO-ULICETA	181	
<i>Cardamino hirsutae-Geranietalia purpurei</i>	151	
CARDAMINO HIRSUTAE-GERANIETA PURPUREI	151	

<i>Caricetalia fuscae</i>	118	
<i>Caricetum pseudocypero-lusitanicae</i>	116	
<i>Caricion broterianae</i>	116	
<i>Carthametalia lanati</i>	137	
<i>Centaureo exaratae-Schoenetum nigricantis</i>	173	63
<i>Centaureo sphaerocephalae-Retametum monospermae</i>	192	
<i>Chamaemelo mixti-Vulpietum alopecuroris</i>	145	40
<i>Charetalia hispidae</i>	66	
CHARETEA FRAGILIS	66	
<i>Charetum asperae</i>	67	3
<i>Charetum conniventis</i>	67	3
<i>Charetum fragilis</i>	68	3
<i>Charetum vulgaris</i>	68	3
<i>Charion fragilis</i>	67	
<i>Charion vulgaris</i>	68	
<i>Chenopodietalia muralis</i>	142	
<i>Chenopodion muralis</i>	142	
<i>Chenopodio-Stellarienea</i>	142	
<i>Cicendion</i>	88	
CISTO-LAVANDULETEA	185	
<i>Cladietum marisci</i>	113	
Comunidad de <i>Adiantum capillus-veneris</i>	135	
Comunidad de <i>Agrostis stolonifera</i>	177	65
Comunidad de <i>Bulbostylis cioniana</i>	92	
Comunidad de <i>Cistus ladanifer</i>	186	74
Comunidad de <i>Fimbristylis bisumbellata</i>	92	
Comunidad de <i>Imperata cylindrica</i>	197	85
Comunidad de <i>Linaria munbyana</i> var. <i>pygmaea</i>	157	
Comunidad de <i>Plantago macrorhiza</i>	130	
Comunidad de <i>Schoenoplectus erectus</i>	100	20
Comunidad de <i>Xanthium spinosum</i>	142	
Comunidades invadidas por <i>Paspalum vaginatum</i> y <i>Paspalum paspalodes</i>	176	
<i>Coremation albi</i>	187	
<i>Crassulo tillaeae-Saginetum apetalae</i>	139	
<i>Crithmo-Daucion halophili</i>	130	
<i>Crithmo-Limonietalia</i>	130	
CRITHMO-STATICETEA	130	
<i>Crucianelletalia maritimae</i>	126	
<i>Cutandietalia maritimae</i>	158	
<i>Cymbalarium-Asplenion</i>	135	

<i>CYTISEA SCOPARIAE-STRIATI</i>	192	
<i>Cytisetalia scopario-striati</i>	192	
D		
<i>Damasonio alismatis-Crypsietum aculeatae</i>	93	
E		
<i>Eleocharition acicularis</i>	100	
<i>Emici spinosae-Malvetum parviflorae</i>	143	
<i>Ericenion arboreae</i>	215	
<i>Ericenion umbellatae</i>	181	
<i>Ericion arboreae</i>	215	
<i>Ericion umbellatae</i>	181	
<i>Erico ciliaris-Ulicetum lusitanici</i>	181	71
<i>Erico scopariae-Ulicetum australis</i>	181	68
<i>Eryngio corniculati-Preslietum cervinae</i>	83	6
<i>Euphorbietum chamesyco-prostratae</i>	140	
<i>Euphorbio paraliae-Agropyretum junceiformis</i>	124	29
<i>Euphorbion prostratae</i>	140	
F		
<i>Ficario ranunculoidis-Fraxinetum angustifoliae</i>	200	86
<i>Frankenietalia pulverulenta</i>	130	
<i>Fraxino angustifoliae-Ulmenion minoris</i>	200	
G		
<i>Galio palustris-Juncetum maritimi</i>	169	56
<i>Gaudinio fragilis-Agrostietum castellanae</i>	162	
<i>Genistion micrantho-anglicae</i>	183	
<i>Geranio purpurei-Galietum minutuli</i>	153	45
<i>Glycerienion fluitantis</i>	109	
<i>Glycerio declinatae-Apietum nodiflori</i>	112	
<i>Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris</i>	110	24
<i>Glycerio-Sparganion</i>	109	
H		
<i>Hainardio cylindricae-Lophochloetum hispida</i>	131	33
<i>Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis</i>	187	76
<i>HELIANTHEMETEA GUTTATI</i>	156	
<i>Helichrysion picardii</i>	126	
<i>Heliotropio supini-Heleochoetum schoenoidis</i>	93	

<i>Holoschoenetalia vulgaris</i>	165	
<i>Holoschoeno-Juncetum acuti</i>	170	60
<i>Hordeion leporini</i>	150	
<i>Hordeion marini</i>	131	
<i>Hymenocarpus hamosi-Malcolmion lacerae</i>	156	
<i>Hyperico elodis-Potametum oblongi</i>	95	15
<i>Hyperico elodis-Schoenetum nigricantis</i>	166	55
<i>Hyperico elodis-Sparganium</i>	95	

I

<i>Imperato cylindricae-Erianthion ravennae</i>	197	
<i>Irido pseudacori-Polygonetum serrulati</i>	114	25
<i>Isoetalia</i>	81	
<i>Isoetion</i>	81	
ISOETO-LITTORELLETEA	95	
ISOETO-NANOJUNCETEA	81	

J

<i>Juncetum rugoso-effusi</i>	164	52
<i>Juncion acutiflori</i>	164	
<i>Junco capitati-Isoetetum hystricis</i>	87	
<i>Junco emmanuelis-Eleocharitetum multicaulis</i>	97	16
<i>Junco pygmaei-Isoetetum velati</i>	85	6
<i>Juniperion turbinatae</i>	208	

L

<i>Lavanduletalia stoechadis</i>	186	
<i>Lemnetalia minoris</i>	71	
LEMNETEA	71	
<i>Lemnetum gibbae</i>	71	3
<i>Lemnetum minoris</i>	72	3
<i>Lemnion minoris</i>	71	
<i>Lemnion trisulcae</i>	73	
<i>Lemno minoris-Hydrocharitetum morsus-ranae</i>	74	3
<i>Lemno minoris-Hydrocharition morsus-ranae</i>	74	
<i>Lemno-Azolletum filiculoides</i>	72	3
<i>Linario donyanae-Loeflingietum baeticae</i>	156	46
<i>Linario polygalifoliae-Vulpion alopecuroris</i>	145	
<i>Linario viscosae-Carduetum meonanthi</i>	147	40
<i>Linarion pedunculatae</i>	158	
<i>Littorelletalia</i>	95	

<i>Lonicero hispanicae-Rubetum ulmifolii</i>	194	84
<i>Loto cretici-Ammophiletum australis</i>	121	28
<i>Loto subbiflori-Chaetopogonetum fasciculati</i>	88	8
<i>Ludwigio palustris-Cyperetum micheliani</i>	93	

M

<i>Magnocaricetalia</i>	113	
<i>Magnocaricion elatae</i>	113	
<i>Magnonitelletum translucentis</i>	70	
<i>Malcolmietalia</i>	156	
<i>Malcolmio littoreae-Vulpietum alopecuroris</i>	148	43
<i>Malvenion parviflorae</i>	143	
<i>Molinietaalia caeruleae</i>	164	
MOLINIO-ARRHENATHERETEA	164	
<i>Molinio-Holoschoenion vulgaris</i>	165	
<i>Myriophyllo alterniflori-Callitrichetum brutiae</i>	79	3
<i>Myriophyllo alterniflori-Potametum natantis</i>	76	
<i>Myriophyllo alterniflori-Potametum trichoidis</i>	75	3

N

<i>Nanocyperetalia</i>	91	
<i>Nanocyperion</i>	91	
<i>Nasturtio-Glycerietalia</i>	109	
<i>Nasturtion officinalis</i>	112	
NERIO-TAMARICETEA	196	
<i>Nitelletalia flexilis</i>	69	
<i>Nitelletum flexilis</i>	70	3
<i>Nitellion flexilis</i>	69	
<i>Nymphaeion albae</i>	76	

O

<i>Oleo sylvestris-Quercetum suberis</i>	204	
<i>Onopordenea acanthii</i>	137	
<i>Osmundo-Alnion</i>	202	
<i>Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae</i>	209	92
<i>Otantho maritimi-Ammophiletum australis</i>	123	

P

<i>Parietarietalia</i>	135	
PARIETARIETEA	135	
<i>Parietarion lusitanico-mauritanicae</i>	152	

<i>Paspalo-Heleochoetalia</i>	176	
<i>Paspalo-Polypogonion viridis</i>	176	
<i>Peplido hispidulae-Isoetum delilei</i>	81	6
<i>Phillyreo angustifoliae-Arbutetum unedonis</i>	216	98
<i>Phragmitenion communis</i>	101	
<i>Phragmitetalia</i>	101	
<i>Phragmition communis</i>	101	
PHRAGMITO-MAGNOCARICETEA	101	
<i>Pistacio lentisci-Rhamnietalia alaterni</i>	206	
<i>Plantaginietalia majoris</i>	177	
<i>Polycarpion tetraphylli</i>	139	
<i>Polycarpo tetraphylli-Cotuletum australis</i>	139	
<i>Polygono arenastri-Poetalia annuae</i>	138	
<i>Polygono equisetiformis-Tamaricetum africanae</i>	196	
POLYGONO-POETEA ANNUAE	138	
<i>Poo annuae-Coronopodetum squamati</i>	138	
<i>Populetalia albae</i>	200	
<i>Populion albae</i>	200	
<i>Potametalia</i>	75	
POTAMETEA	75	
<i>Potametum lucentis</i>	75	
<i>Potametum pectinati</i>	76	
<i>Potamion</i>	75	
<i>Preslion cervinae</i>	83	
<i>Prunetalia spinosae</i>	194	
<i>Pruno-Rubion ulmifolii</i>	194	

Q

<i>Quercetalia ilicis</i>	204	
QUERCETEA ILICIS	204	
<i>Quercu rotundifoliae-Oleion sylvestris</i>	204	

R

<i>Ranunculion aquatilis</i>	77	
<i>Retamion sphaerocarpae</i>	192	
<i>Rhamno oleoidis-Juniperetum macrocarpae</i>	213	97
RHAMNO-PRUNETEA	193	
<i>Ricciocarpetum natantis</i>	73	3
<i>Rosenion carioti-pouzinii</i>	194	

S

<i>SAGINETEA MARITIMAE</i>	130	
<i>SALICI PURPUREAE-POPULETEA NIGRAE</i>	200	
<i>Salicornion patulae</i>	133	
<i>Salsolo kali-Cakiletum aegyptiacae</i>	128	32
<i>SCHEUCHZERIO-CARICETEA FUSCAE</i>	117	
<i>Schoenoplectetum corymbosi</i>	101	21
<i>Scirpenion maritimi</i>	107	
<i>Scirpetalia compacti</i>	116	
<i>Scirpetum compacto-litoralis</i>	117	
<i>Scirpion compacti</i>	116	
<i>Scirpo fluitantis-Juncetum heterophylli</i>	99	18
<i>Sclerochloo durae-Coronopodion squamati</i>	138	
<i>Scolymo maculati-Silybetum mariani</i>	137	
<i>Silybo-Urticion</i>	137	
<i>Sisymbrietalia officinalis</i>	149	
<i>Solivetum stoloniferae</i>	140	
<i>Stauracantho genistoidis-Corematetum albi</i>	189	81
<i>Stauracantho genistoidis-Halimietalia commutati</i>	187	
<i>STELLARIETEA MEDIAE</i>	141	36
<i>STIPO GIGANTEAE-AGROSTIETEA CASTELLANAE</i>	161	
<i>Suaedo splendentis-Salicornietum patulae</i>	133	35

T

<i>Tamaricetalia</i>	196	
<i>Tamaricion africanae</i>	196	
<i>Tamaricion boveano-canariensis</i>	199	
<i>Thero-Brometalia</i>	143	38
<i>Thero-Salicornietalia</i>	133	
<i>THERO-SUAEDETEA</i>	133	
<i>Trifolio fragiferi-Cynodontion</i>	179	
<i>Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae</i>	179	66
<i>Typho angustifoliae-Phragmitetum australis</i>	105	22

U

<i>Ulicetalia minoris</i>	181	
<i>Ulici argentei-Cistion ladaniferi</i>	186	
<i>Umbilicetum rupestri-gaditani</i>	136	
<i>Urtico dubiae-Anthriscetum caucalidis</i>	152	44
<i>Utricularietalia</i>	80	
<i>Utricularietum exoleta-australis</i>	80	
<i>Utricularion</i>	80	

V

<i>Verbenion supinae</i>	93	82
<i>Viti viniferae-Salicetum atrocinerea</i>	202	

Z

<i>Zannichellietum pedicellatae</i>	79	3
<i>Zannichellion pedicellatae</i>	79	

6. BIBLIOGRAFÍA

6.- BIBLIOGRAFÍA

Ackerman, B.A., Manrique, E., Jaramillo, V., Guerrero, P., Miranda, J.A., Núñez, I. & Chimal, A. 1991. *Las gramíneas de México* vol. II. Secretaría de Agricultura y Recursos Naturales Hidráulicos. México D.F.

Acosta, A., Ercole, S., Stanisci, A., De Patta Pillar, V. & Blasi, C. 2007. Coastal Vegetation Zonation and Dune Morphology in Some Mediterranean Ecosystems. *Journal of Coastal Research* 23(6): 1518–1524.

Aedo, C. 2000. *Osyris*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.VIII. 149-152. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.

Aedo, C. 2008. *Geranium* en: Lista alfabética de géneros, Real Jardín Botánico C.S.I.S.C en http://www.rjb.csic.es/floraiberica/PHP/generos_lista.php (consultada el 29 de septiembre del 2008).

Allier, C. 1977. La végétation psammophile du litoral de la Reserve Biologique de Doñana. *Monografía ICONA* 18: 131-157. Madrid.

Allier, C., Bernáldez, F.G. & Ramírez-Díaz, L. 1974. Mapa Ecológico de la Reserva Biológica de Doñana 1: 10.000. *Monografías*. CSIC. Sevilla.

Allier, C. & Bresset, V. 1975. La végétation des milieux sales de la Reserve Biologique de Doñana (Bas Guadalquivir, Espagne). *Colloques Phytosociologiques* 4 : 257-269.

Allier, C. & Bresset, V. 1977. Etude phytosociologique de la marisma et de sa bordure (Réserve Biologique de Doñana, Espagne). *Monografía ICONA* 18: 59-110.

Allier, C. Bresset, V., Lacoste, A., González-Bernáldez, F. 1977. La marisma de la Reserve Biologique de Doñana (Espagne). *Monografía ICONA* 18: 111-130.

Allier, C., García-Novo, F., Ramírez, L. & Torres, A. 1973. Dynamique actuelle et vegetation du systeme donaire litoral de Doñana (Golfe de Cádiz). *Compte Rendu des Séances de la Societé de Biogeographie de France*, 442: 95-111.

Asensi Marfil, A. & Díez Garretas, B. 1987. M. Peinado Lorca & S. Rivas Martínez, (eds.). Andalucía occidental. En: *La vegetación de España*. Universidad de Alcalá de Henares, 197-230. Madrid.

Bartolomé, C., Álvarez, J., Vaquero, J., Costa, M., Casermeiro, M.A., Giraldo, J. & Zamora, J. 2005. *Los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

Bañares, A., Blanca, G., Güemes, J., Moreno, J.M. & Ortiz, S. (eds.). 2003. *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid

Bañares, A., Blanca, G., Güemes, J., Moreno, J.C. & Ortiz, S. (eds.). 2007. *Atlas y libro rojo de la flora vascular amenazada de España*. Addenda 2006. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

Bayón, E. 1990. Números cromosómicos de plantas occidentales. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 47(1): 189-192.

Benedí, C. 1997. *Euphorbiaceae*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.VIII. 190-297. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.

Benedí, C. 2000a. *Chamaesyce*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.VIII. 868-873. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid

Benedí, C. 2000b. *Hymenocarpos*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.VII(II). 868-873. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.

Benedí, C. 2000c. *Tripodion*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.VII(II). 866-868. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.

Benedí, C. 2008. *Verbascum*. En: Lista alfabética de géneros, Real Jardín Botánico C.S.I.S.C en http://www.rjb.csic.es/floraiberica/PHP/generos_lista.php (consultada el 20 de Octubre del 2008).

Berendse, F. & R. Aerts 1984. Competition between *Erica tetralix* L. and *Molinia caerulea* (L.) Moench as affected by the availability of nutrients. *Acta Oecologica/Oecologia Plantarum* 5(1): 3-14.

Bini, C., Buffa, G., Gamper, U., Sburlino, G. & Zilocchi, L. 2002. Soils and vegetation of coastal and wetland areas in Northern Adriatic (NE Italy). *Options Méditerranéennes Série A. Séminaires Méditerranéens* 50: 31-36.

Blanca, G., Cabezudo, B., Hernández-Bermejo, J.E., Herrera, C., Molero, J., Muñoz, J. & Valdés, B. 1999. *Libro Rojo de la Flora Silvestre Amenazada de Andalucía*. Tomo I: *Especies en Peligro de Extinción*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla.

Blanca, G., Cabezudo, B., Hernández-Bermejo, J.E., Herrera, C., Muñoz, J. & Valdés, B. 2000. *Libro Rojo de la Flora Silvestre Amenazada de Andalucía*. Tomo II: *Especies Vulnerables*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla.

Bolòs, O. 1962. *El paisaje vegetal barcelonés*. Universidad de Barcelona. Barcelona.

Bouxin, G. 2005. Ginkgo a multivariate analysis package. *Journal of vegetation Science* 16: 353-59.

Braun-Blanquet, J. 1935. Un joyau floristique et phytosociologique. « L'Isoetion » méditerranéen. *Bulletin de la Société d'Etude des Sciences Naturelles* 47 : 1-23.

- Braun-Blanquet, J. 1979. *Fitosociología*. Blume Ed. Madrid.
- Braun-Blanquet, J. & Bolós, O. 1957. Les groupements vegetaux du bassin moyen de l'Ebre et leur dynamisme. *Anales de la Estación Experimental del Aula Dei* 5(1-4) : 1-265.
- Braun-Blanquet, J., Pinto da Silva, A.R. & Rozeira, A. 1965. Résultats de deux excursions géobotaniques à travers le Portugal septentrional et moyen, III (Landes à Cistes et Ericacées [*Cisto-Lavanduletea et Calluno-Ulicetea*]). *Agronomia Lusitana* 23(4): 229-313.
- Bravo, M.A. & Montes, C. 1993. Inventario de las zonas palustres del manto eólico del Parque Nacional de Doñana (SW España). Actas VI Congreso Español de Limnología. Granada, 31-43.
- Browning, J. 1991. Studies in *Cyperaceae* in southern Africa. 18: A re-appraisal of *Schoenoplectus corymbosus*. *Southern Africa Journal of Botany* 57(6): 335-343.
- Brullo, S. & Minissale, P. 1998. Considerazioni sintassonomiche sulla classe *Isoetoneanojuncetea*. *Itinera Geobotanica* 11: 263-290.
- Burgers, T.F. 1948. Asociaciones de plantas y elección de especies forestales en los terrenos diluviales y aluviales del sur de la provincia de Huelva. *Revista de Montes* 23: 393-403.
- Cabezudo, B. 1974. Nota corológica sobre la flora de Huelva. I. *Lagasalia* 4(2): 281-284.
- Cabezudo, B. 1975. Nota corológica sobre la flora de Huelva. II. *Lagasalia* 5(1): 77-83.
- Cabezudo, B. 1978. Nota corológica sobre la flora de Huelva. IV. *Lagasalia* 7(2): 173-178.
- Cabezudo, B., 1979. Plantas de la Reserva Biológica de Doñana. *Lagasalia* 8(2): 166-18.
- Cabezudo, B., Talavera, S., Blanca, G., Salazar, C., Cueto, M., Valdés, B., Hernández-Bermejo, J.E., Herrera, C.M., Rodríguez-Hiraldo, C., & Navas, D. 2005. *Lista roja de la flora vascular de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente. Sevilla.
- Capdevila, L., Iglesias, A., Orueta J.F & Zilleti, B. 2006. *Especies exóticas invasoras: Diagnóstico y bases para la prevención y el manejo*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- Carretero, J.L. 1990. *Amaranthus*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.II. 559-569. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Carretero, J. L. y Aguilera, A. 1995. *Flora y vegetación nitrófilas del término municipal de la ciudad de Valencia*. Adjuntament de València.
- Carriazo J. L. 1999. *A través de Doñana en el siglo XVII*. Fundación "Odón Betanzos Palacios" y Diputación Provincial de Huelva. Huelva.

- Castillo, J.M., Rubio-Casal, A., Luque, C.J., Luque, T. & Figueroa, M.E. 2002. Comparative field summer stress of three tree species co-occurring in Mediterranean coastal dunes. *Photosynthetica* 40(1): 49-56.
- Castroviejo, S. 1986. *Nasturtium valdes-bermejoi*, sp.nov., de la provincia de Huelva. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. 43(1): 15-19.
- Castroviejo, S. (coordinador general de la obra) 1986-2005. *Flora Ibérica*, vols. I, II, III, IV, V, VI, VII(1), VII(2), VIII, X, XIV, XVIII, XXI. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Castroviejo, S. 1999. *Adenocarpus*. En: S. Talavera & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.VII(I). 189-205. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Castroviejo, S. 2007a. *Cyperus*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol. XVIII 8-27. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Castroviejo, S. 2007b. *Pycnus*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol. XVIII 27-32. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Castroviejo, S. 2007c. *Scirpoides*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol. XVIII 60-61. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Castroviejo, S. & Coello, P. 1980. Datos cariológicos y taxonómicos sobre las *Salicorniinae* A. J. Scott ibéricas. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 37(1): 41-73.
- Castroviejo, S. & Talavera, S. 1998. *Adenocarpus gibbsianus* Castroviejo & Talavera (Leguminosa), sp. nov. del Sur de España. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 56(1) 176.
- Castroviejo, S. & Velayos, M. 2003. *Sedum*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.V. 121-153. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Castroviejo, S., Valdés-Bermejo, E., Rivas-Martínez, S. & Costa, M., 1980. Novedades florísticas de Doñana. *Anales del Jardín Botánico Madrid* 36: 203-244.
- Catalán, P. 1995. *Ficus*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.III. 252-254. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Ceballos, L., López, M., Pardos, J.A. & Ubeda, J. 1996. *Mapa forestal de España, escala 1:400.000*. Ministerio de Agricultura, Dirección General de Montes, Caza y Pesca fluvial. Madrid.
- Chans, J. J., Garrido-Guill, S. & Calderón, J. 2006. *Informe sobre la Biodiversidad en Doñana (versión N°0)*. Estación Biológica de Doñana CSIC, Organismo Autónomo de Parques Nacionales y Fundación BBVA. Edición digital.

- Cilliers, S.S. & Bredenkamp, G.J. 2000. Vegetation of road verges on an urbanisation gradient in Potchefstroom, South Africa. *Landscape and Urban Planning* 46: 217-239.
- Cirujano, S. 1981. Las lagunas Manchegas y su vegetación. II. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 38(1): 190-232.
- Cirujano, S., Cambra, J., Sánchez-Castillo, P.M., Meco, A. & Flor-Arnau, N. 2008. *Flora Ibérica Algas continentales: Carófitos (Characeae)*. Cirujano, S. (eds.). Madrid.
- Cirujano, S. & Castillo, L. 1991. Notas sobre los *Tamarix* ibéricos. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. 48(2): 273-274.
- Cirujano, S., Fraile, C. & García-Murillo, P. 1992. Notas sobre el género *Riella* Mont. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 50(1): 113-115.
- Cirujano, S., García-Murillo, P., Meco, A. & Fernández-Zamudio, R. 2007. Los carófitos ibéricos. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 64(1): 87-102.
- Cirujano, S. & Medina, L. 2002. *Plantas acuáticas de las lagunas y humedales de Castilla La Mancha*. Real Jardín Botánico CSIC y Junta de comunidades de Castilla La Mancha. Madrid.
- Cirujano, S., Montes, C., Martino, P., Enríquez, S. & García-Murillo, P. 1988. Contribución al estudio del género *Riella* Mont. (*Sphaerocarpaceae*, *Riellaceae*) en España. *Limnetica* 4: 41-50.
- Cirujano, S. & Santiago-Ibarlucena, F. 1999. Caracterización botánica de la laguna de Valdemudo (Becerril de Campos, Palencia). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 57(2): 441-444.
- Clarke, K.R. & Gorley. 2001. PRIMER v5: User Manual/Tutorial. PRIMER-E: Plymouth.
- Clarke, K.R. & Green, R.H. 1988. Statistical desing and analysis for a biological effects study. *Marine Ecology Progress Series* 46: 213-226.
- Clemente-Muñoz, M. & Hernández-Bermejo, J.E.1987. *Brassica*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Occidental* vol. 1. 429-435. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Clemente-Muñoz, M. & Hidalgo, B.1987. *Hirschfeldia*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Occidental* vol. 1. 437. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Clemente-Salas, L., García-Fernández, L.V. & Siljestrom, P. 1998. *Los suelos del Parque Nacional de Doñana*. Colección Técnica. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Madrid.
- Cobo, M.D. 2000. Eliminación de especies introducidas en el Parque Nacional de Doñana. Año 2000. Informe técnico. Parque Nacional de Doñana.

- Cobo, M.D. 2001. Eliminación de especies vegetales introducidas en el Parque Nacional de Doñana. Año 2001. Informe técnico. Parque Nacional de Doñana.
- Cobo, M. D., 2002. Informe sobre la presencia de *Azolla filiculoides* en el Parque Nacional de Doñana. Año 2001. Informe técnico. Parque Nacional de Doñana.
- Cobo, M.D. & Bañuls, S. 2005. Control de especies exóticas en el Parque Nacional de Doñana. Memoria de Resultados Año 2004. Informe técnico. Parque Nacional de Doñana.
- Cobo, M.D., Sánchez-Gullón, E. & Weickert, P. 2005. Notas sobre la flora de Doñana. 4. *Ipomea imperati* (Vahl) Griseb. (*Convolvulaceae*). Una nueva especie adventicia para el Parque Nacional de Doñana. *Lagascalia* 25: 248-249.
- Comelles, M. 1982. Noves localitat i revisió de la distribució de les espècies de caròfits a Espanta. Tesis de Licenciatura. Universidad Central de Barcelona.
- Comelles, M. 1985. Claves para la identificación de las especies de carófitos de la Península Ibérica. *Asociación Española de Limnología* 1: 35.
- Cook, C.D.K. 1986. *Ranunculus* (subgen. *Batrachium*). En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.I. 279-300. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Corillion, R, 1961. Les vegetations précoces des Charophycées d'Espagne Meridionale et du Maroc Occidentale. *Revue Générale de Botanique*, 68 : 317-330.
- Costa, M., Castroviejo, S., Rivas-Martínez, S. & Valdés-Bermejo, B. 1977. Sobre la vegetación de terófitos efímeros de las dunas fósiles de Doñana. *Colloques Phytosociologiques* VI: 101-104.
- Costa, J. C., Lousa, M., Capelo, J., Espírito-Santo, M.D., Izco, J. & Arsénio, P. 2000. The coastal vegetation of the portuguese divisory sector: Dunes cliffs and low scrubs communities. *Finisterra* XXXV: 69-93.
- Costa, J. C., Lousa, M. & Espiritu Santo, M.D. 1996. A Vegetação do parque natural da ria Formosa (Algarve, Portugal). *Studia Botanica* 15: 69-157.
- Costa, M. & Mansanet, J. 1981. Los ecosistemas dunares levantinos: La dehesa de la Albufera de Valencia. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 37(2): 277-299.
- Costa-Tenorio, M., Morla, C. & Sáinz-Ollero H. (eds.). 1997. *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Ed. Planeta. Barcelona.
- Críodáin, C. Ó. & G. J. Doyle 1997. *Schoenetum nigricantis*, the *Schoenus* fen and flush vegetation of Ireland. *Biology and Environmental* 97B(3): 203-218.
- Cubas, P. 1999. *Ulex*. En: S. Talavera & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.VII(I). 212-239. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.

- Cueto, M., Blanca, G. & González-Rebollar, J.L. 1991. Análisis florístico de las Sierras de María y Orce (Provincias de Almería y Granada, España). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 48(2): 202-211.
- Curcó I Masip, A. 2001. La vegetación del delta del Ebro (V): las comunidades helofíticas e hidrófilas (Clases *Phragmito-Magnocaricetea* y *Molinio-Arrhenateretea*). *Lazaroa* 22: 67-81.
- Custodio, E., J. Dolz & M. Manzano 2006. Recursos de agua de la Comarca de Doñana. Informe presentado para el Plan de Desarrollo Sostenible. (http://www.pds.donana.es/documentos_publicos.php).
- Custodio, E. & Palancar, M. 1995. Las aguas subterráneas de Doñana. *Revista de Obras Públicas* 3.340: 31-53.
- Dana, E.D., Sobrino, E. & Sanz-Elorza, M. 2004. Plantas invasoras en España: un nuevo problema en las estrategias de conservación en: Bañares & al. (eds.) *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España*, 1011-1029. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- Dana, E.D., Sanz, M., Vivas, S & Sobrino, E. 2005. *Especies vegetales invasoras de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente. Sevilla.
- De Cáceres, M., X. Font, R. García & F. Oliva. 2003. VEGANA, un paquete de programas para la gestión y análisis de datos ecológicos. En: *Actas del VII Congreso Nacional de la Asociación Española de Ecología Terrestre*, 1484-1497.
- De Cáceres, M. 2005. La classificació numèrica de la vegetació basada en la composició florística. Ph.D. Thesis. Universitat de Barcelona.
- De las Heras Pérez, M.A. 2007. Estudio de flora y vegetación del oeste del entorno de Doñana. Tesis doctoral. Universidad de Huelva.
- De Vega-Durán, M.A., Borjano-Pérez, M.A., Ortiz-Herrera, S. & Talavera, S. 2003. *Micropyropsis* en: Bañares & al. (eds.) *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- Devesa, J.A. 1981. Contribución al estudio cariológico del género *Carduus* en la Península Ibérica. *Lagasalia* 10(1): 65-80
- Devesa, J.A. 1986. *Ononis* sect. *Ononis* subsect. *Diffusae* Sirj. En *Andalucía Occidental*. *Lagasalia* 14: 76-85.
- Devesa, J.A. 1987a. *Carduus*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Occidental* vol. 3. 129-132. Ketres editora S.A. Barcelona.

- Devesa, J.A.1987b. *Conyza*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vasculare de Andalucía Occidental* vol. 3. 11-12. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Devesa, J.A.1987c. *Echinochloa*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vasculare de Andalucía Occidental* vol. 3. 402-404. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Devesa, J.A.1987d. *Festuca*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vasculare de Andalucía Occidental* vol. 3. 269-276. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Devesa, J.A.1987e. *Filago*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vasculare de Andalucía Occidental* vol. 3. 24-26. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Devesa, J.A.1987f. *Geranium*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vasculare de Andalucía Occidental* vol. 2. 271-275. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Devesa, J.A.1987g. *Helichrysum*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vasculare de Andalucía Occidental* vol. 3. 34-36. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Devesa, J.A.1987h. *Linum*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vasculare de Andalucía Occidental* vol. 2. 248-253. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Devesa, J.A.1987i. *Loeflingia*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vasculare de Andalucía Occidental* vol. 1. 215-216. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Devesa, J.A.1987j. *Lolium*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vasculare de Andalucía Occidental* vol. 1. 215-216. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Devesa, J.A.1987k. *Micropyrum*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vasculare de Andalucía Occidental* vol. 3. 290-291. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Devesa, J.A.1987l. *Ononis*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vasculare de Andalucía Occidental* vol. 2. 132-154. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Devesa, J.A.1987m. *Pallenis*. En: B. Valdés, & al. (eds.). *Flora Vasculare de Andalucía Occidental* vol. 3. 22. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Devesa, J.A.1987n. *Phagnalon*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vasculare de Andalucía Occidental* vol. 3. 37-38. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Devesa, J.A.1987o. *Piptatherum*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vasculare de Andalucía Occidental* vol. 3. 385-387. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Devesa, J.A.1987p. *Potentilla*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vasculare de Andalucía Occidental* vol. 2. 34-36. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Devesa, J.A.1987q. *Psilurus*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vasculare de Andalucía Occidental* vol. 3. 293. Ketres editora S.A. Barcelona.

- Devesa, J.A.1987r. *Puccinellia*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Occidental* vol. 3. 266-269. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Devesa, J.A.1987s. *Setaria*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Occidental* vol. 3. 405-407. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Devesa, J.A.1987t. *Spergularia*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Occidental* vol. 1. 218-223. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Devesa, J.A. 2000. *Ononis*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.VII(II). 590-646. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Díaz-González, T.E. & Fernández-Prieto, J.A. 1994. El paisaje vegetal de Asturias: guía de la excursión. *Itinera Geobotanica* 8: 5-242.
- Díez-Garretas, B., Hernández, A.M., Asensi, A. 1975. Estructura de algunas comunidades vegetales de dunas en el litoral de Marbella (Málaga). *Acta Botanica Malacitana* 1: 69-80.
- Díez-Garretas, B., Asensi Marfil, A., Chueca, F. 1977. Pastizales terofíticos de playas y dunas en el sur de la Península Ibérica. *Colloques phytosociologiques* VI: 73-80.
- Do Amaral Franco, J. 1986. *Pinus*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.I. 168-174. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Documento técnico. Memoria de actuaciones año 2002. Plan de manejo del lince en el Parque Nacional de Doñana. Ministerio de Medio Ambiente-CSIC, 2003. http://lynx.uio.no/lynx/ibelynxco/01_information/1_5_periodical-reports/ann-lynx-actions-donana/Banuls_et_al_2003_Memoria_plan_manejo_lince_Donana_2002.pdf
- Documento técnico. 2007. "Red de control de zonas húmedas de Andalucía. Análisis físico-químicos y biológicos (Abril-Mayo 2007)". Consejería de Medio Ambiente. Sevilla.
- Domínguez, E. 1987a. *Lupinus*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Occidental* vol.2. 177-179. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Domínguez, E. 1987b. *Melilotus*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Occidental* vol.2. 129-132. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Douchafour, Ph. 1984.- *Edafología I. Edafogénesis y clasificación*. Ed. Masson. Barcelona.
- Ellery, W.N. & MacCarthy, T.S. 1998. Enviromental changes over two decades since dredging and excavation of the Boro River, Okavango Delta, Botswana. *Journal of Biogeography* 25: 361-378.
- Erben, M. 1995. *Limonium*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.III. 2-143. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.

- Espigares, T. & Peco, B. 1995. Mediterranean annual pasture dynamics: impact of autumn drought. *Journal of Ecology* 83: 135-142.
- Espinar, J.L., Cirujano, S. & García-Murillo, P. 1997. Contribución al conocimiento de las Carófitos del Parque Nacional de Doñana. *Acta Botanica Malacitana* 22: 209-211.
- Estación Biológica de Doñana (2008). Seguimiento de procesos naturales en Doñana. CSIC. <http://www-rbd.ebd.csic.es/Seguimiento/mediofisico>. (Consultada en agosto de 2007).
- European Commission DG Environment, 2003. *Interpretation manual of European union habitats*. European Commission DG Environment. *s. loc.*
- European Committee for conservation of Bryophytes. Bryophyte Red Lists of Europe <http://www.bio.ntnu.no/ECCB/RedLists.php> (Consultada en abril de 2008).
- Feinbrun, N. 1959. Spontaneous *Pinetea* in the Lebanon. *Bulletine Research Council Israel* 7D, 132-153.
- Fernández-Carvajal, M.C. 1982. Revisión del género *Juncus* en la Península Ibérica. III. Subgéneros *Subulati* Buchenau, *Pseudotenageia* Krecz & Gontsch. y *Poiophylli* Buchenau. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 39(1): 79-151.
- Fernández-Carvajal, M.C. 1987. *Juncus*. En: B., Valdés & al. (eds.) *Flora de Andalucía Occidental* vol. 3. 213-228. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Fernández-Galiano, E. 1987a. *Ficus*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Occidental* vol. 1. 52. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Fernández-Galiano, E. 1987b. *Pinus*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Occidental* vol.1. 81-83. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Fernández-Zamudio, R., Cirujano, S., Nieto-Gil, I., Cobo, M.D., Sousa, A., & García-Murillo, P., 2006. Novedades florísticas en el Parque Nacional de Doñana (SW España). *Acta Botanica Malacitana* 31: 191-195.
- Fernández-Zamudio, R., Sousa, A. & García-Murillo, P. 2007. *Laguna de las Madres (Huelva)*. *Flora y vegetación*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla.
- Galán de Mera, A. & Castroviejo, S. 2005. Acerca del tratamiento de *Lemnaceae* en Flora Ibérica. *Acta Bot. Malacitana* 29: 149-150.
- Galán de Mera, A. & Vicente, J.A. 1995. Dos nuevas combinaciones de *Verbascum* subsect. *fasciculata* Murbeck (*Scrophulariaceae*) del sudoeste de la Península Ibérica: *Verbascum thapsus* subsp. *litigiosum* (Samp.), comb. & stat. nov. y *Verbascum thapsus* subsp. *martinezii* (Valdés), com. nov. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 53(2): 261-262.

- Galiano, E. & Cabezudo B., 1976. Plantas de la Reserva Biológica de Doñana (Huelva). *Lagasalia* 16(1): 117-176.
- Gallego, J.M. 1990. Nota sobre las especies anuales del género *Tuberaria* (Dunal) Spach (*Cistaceae*) en Andalucía occidental. *Lagasalia* 16(1): 106-113.
- Gallego, J.M. 1987a. *Arenaria*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Occidental* vol. 1. 223-230. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Gallego, M.J. 1987b. *Centaureum*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 2. 342-344. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Gallego, M.J. 1987c. *Lactuca*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 3. 82-84. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Gallego, M.J. 1987d. *Reichardia*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 3. 88-90. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Gallego, M.J. 1987e. *Senecio*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 3. 70-77. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Gallego, M.J. 1987f *Scirpus*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 3. 229-235. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Gallego, M.J. 1987g. *Tuberaria*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 1. 344-346. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Gallego, M.J. 1987h. *Xanthium*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 3. 43-44. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Gallego, M.J. 1993. *Xolantha*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.III. 351-365. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Gallego, M.J. 1999. *Lathyrus*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.VII (I). 423-482. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Gallego-Fernández, J.B., Muñoz, S. & Dellafore, C. 2006. *Flora y vegetación de la flecha litoral de Nueva Umbría*. Ayuntamiento de Lepe. Huelva.
- García-Barrón, L. & Pita, M.F. 2004. Stochastic analysis of time series of temperatures in the southwest of the Iberian Peninsula. *Atmósfera* 17:225-244.
- García-Martín, F. 1987a. *Elaoselinum*. En: B.Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 2. 325. Ketres editora S.A. Barcelona.
- García-Martín, F. 1987b. *Foeniculum*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 2. 305. Ketres editora S.A. Barcelona.

- García-Martín, F. 1987c. *Nerium*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 2. 346. Ketres editora S.A. Barcelona.
- García-Martín, F. & Silvestre, S. 1990. Una nueva especie de *Daucus* (Umbeliferae) de Andalucía Occidental. *Lagasalia* 15(2): 263:268.
- García-Murillo, P. 1999. Restauración del complejo palustre del Abalario: la reconstrucción del paisaje. *Actas de la 1º Reunión Internacional de Expertos sobre la Regeneración Hídrica de Doñana*. Huelva.
- García-Murillo, P. 2000. *Wolffia arrhiza*. En: G. Blanca et al. (eds.) *Libro Rojo de la Flora Silvestre Amenazada de Andalucía* Tomo II: Especies Vulnerables: 373-375. Junta de Andalucía. Sevilla.
- García-Murillo, P., Bernués, M. & Montes, C. 1993. Los macrófitos acuáticos del Parque Nacional de Doñana (SW España). Aspectos florísticos. *Actas VI Congreso Español de Limnología*, 261-267.
- García-Murillo, P., Cobo, M.D., Sánchez-Gullón, E. & Garrido, H. 2004. Plantas exóticas e invasoras en el Parque Nacional de Doñana. *Revista de Medio Ambiente* 46: 47-53.
- García-Murillo, P., Cirujano, S. & Medina, L. 2003. *Hydrocharis morsus-ranae* L. En: Bañares & al. (eds.), *Atlas y Libro Rojo de la flora vascular amenazada de España*: 308-309. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- García-Murillo, P., Fernández-Zamudio, R., Cirujano, S., Sousa, A. & Espinar, J.M. 2007. The invasion of Doñana Nacional Park (SW Spain) by the mosquito fern (*Azolla filiculoides* Lam.). *Limnetica* 26:243-250.
- García-Murillo, P. & Sousa, A. 1995. *Sphagnum inundatum* Russ., nuevo para Andalucía. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. 53: 245-245.
- García-Murillo, P. & Sousa Martín, A. 1997. Vegetation changes in Abalario (Parque Natural del entorno Doñana). *Lagasalia* 19(1-2): 737-744.
- García-Murillo, P. & Sousa Martín, A. 1999. El paisaje vegetal de la zona este del Parque Natural de Doñana (Huelva). *Lagasalia* 21(1): 111-132.
- García-Murillo, P. & Talavera, S. 1986. El género *Althenia* Petit. *Lagasalia* 14(1):102-114.
- García-Murillo, P., Cirujano, S., Medina, L. & Sousa, A. 2000. ¿Se extinguirá *Hydrocharis morsus-ranae* L. de la Península Ibérica? *Portugalia Acta Biologica* 19: 149-158.
- García-Murillo, P., Talavera, S. & Bernués, M. 1991. *Lemna trisulca* L. y *Spirodella polyrrhiza* (L.) Schleiden, nuevas para el sur de la Península Ibérica. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 48(2): 268-270.

- García-Novo, F. & Marín-Cabrera, C. 2005. *Agua y Biosfera*. García-Novo, F. & Marín-Cabrera, C. (eds.). UNESCO, Ministerio de Medio Ambiente y Junta de Andalucía. Madrid.
- García-Novo, F. & Merino, J. 1993. Dry coastal ecosystem of southwest of Spain. En : Van der Maarel, E. (Ed). *Ecosystem of the world 2A. Dry Coastal ecosystems*. Elsevier. Amsterdam.
- García-Novo, F., Ramírez-Díaz, L. & Torres-Ramírez, A. 1975. El sistema de dunas de Doñana. *Naturalia Hispanica* 5: 5-56.
- García-Viñas, J.A., Mintegui J.A. & Robredo J.C. 2005. *La vegetación en la marisma del Parque Nacional de Doñana en relación con su régimen hidráulico*. Naturaleza y Parques Nacionales. Serie Técnica. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente.
- Garrido, B., Aparicio, A., Pérez-Porras, C., Aparicio, J., García-Martín, F., Fernández-Carrillo, L & Carrasco M.A. 2002. Contribuciones a la flora vascular de Andalucía (España). *Acta Botánica Malacitana* 27: 295-332.
- Gauch, J.R. & Whittaker, R.H. 1981. Hierarchical classification of community data. *Journal of Ecology* 69: 537-557.
- Géhu, J.M., Biondi, E., Géhu-Franck, J. & Costa, M. 1992. Interprétation phytosociologique actualisée de quelques végétations psammophiles et halophiles de Camargue. *Colloquies Phytosociologiques* 19: 103 - 131.
- Generalitat de Catalunya i Universitat de Barcelona, 2007. Banco de Datos de Biodiversidad de Catalunya. <http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html>. (Consultada en agosto de 2007).
- Gil-Sánchez, L. 1999. La transformación histórica del paisaje: la permanencia y extinción local del pino piñonero. En: Marín, F., Domingo, J., Calzado, A. (eds.). *Los Montes y su Historia. Una perspectiva política, económica y social*, 151-185. Universidad de Huelva.
- Giménez-Luque, E. & Gómez-Mercado, F. 2002. Análisis de la flora vascular de la Sierra de Gádor (Almería, España). *Lazaroa* 23: 35-43.
- Gómez-Campo, C. 1993. *Brassica*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.III. 362-384. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Gómez-Mercado, F., Navarro, J., Giménez-Luque, E., Delgado, C., De Haro, S & Del Moral, F. 2007. Valoración naturalística del corredor verde del Río Guadiamar (Andalucía, España). *Lagascalia* 27: 7-22.
- González-Bernáldez, F. & Díaz-Pineda, F. 1977. Síntesis de los ecosistemas del Bajo Guadalquivir. *ICONA, Monografías* 18: 9-21. Madrid.

Granados, M. & F. García-Novo, 1983. Ensayo de control de la Mata de Seda, *Gomphocarpus fruticosus* (L.) Aiton fil. en el Parque Nacional de Doñana. *Boletín de la Estación Central de Ecología* 12 (23): 43-50.

Granados Corona, M., Martín Vicente, A. & García Novo, F. 1986. El papel del fuego en los ecosistemas del Parque Nacional de Doñana. *Boletín Estación Central de Ecología* 29: 17-28.

Granados, M., Martín, V. & García-Novo, F. 1987. Evolución conjunta del paisaje y su gestión. El caso del Parque Nacional de Doñana. *Estudios Territoriales* 24: 183-197.

Grupo Especialista en Invasiones Biológicas, 2006. *Top 20: las 20 especies invasoras más dañinas presentes en España*. Grupo Especialista en Invasiones Biológicas. León.

Hellmann, R. & Hellmann V., 1993. *Pilularia minuta* Durei (Marsilaceae) and *Littorella uniflora* (L.) Ascherson (*Plantaginaceae*) in south west Andalucía. *Lagascalia* 17(1): 189-190.

Heraso, L. 1890. Estudio sobre la fijación de las dunas situadas en el término municipal de Almonte, en la provincia de Huelva. *Revista de Montes* 322: 281-287.

Hernández, Y. & Muñoz-Reinoso, J.C. 2005. Líquenes psamófilos de Las Naves de la Reserva Biológica de Doñana (Huelva). *Mediterránea*. 18: 8-31.

IGME (1983). *Hidrogeología del Parque Nacional de Doñana y su Entorno*. Servicio Publicaciones Ministerio Industria y Energía 1-120.

Informe técnico "Red de seguimiento y evaluación de los humedales de Andalucía" Campaña 2007 (abril-mayo 2007). Consejería de Medio Ambiente. <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente> (consultado en mayo de 2008).

Instituto Pirenaico de Ecología, 2007. Atlas de la Flora de Aragón. <http://www.ipe.csic.es/floragon/index.php>. (Consultada en agosto de 2007).

Izco, J. & del Arco, M. 2003. *Código internacional de nomenclatura fitosociológica*. Eds. Universidad de la Laguna. Las Palmas de Gran Canaria.

Janssens, F., Peters, A., Tallowin, J.R.B., Bakker, J.P., Bekker, R.M., Fillat, F. & Oomes, M.M. 1998. Relationship between soil chemical factors and grassland diversity. *Plant and Soil* 202: 69-78.

Jiménez- Mejías, P., Escudero M., Chaparro, A.J. & Luceño, M. 2007a. Novedades corológicas del Género *Carex* para la Península Ibérica. *Acta Botánica Malacitana* 32: 305-310.

Jiménez-Mejías, P., Luceño, M. 2007. *Eleocharis*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol. XVIII. 75-91. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.

- Jiménez-Mejías, P., Luceño, M. & Castroviejo, S. 2007b. *Schoeoplectus corymbosus*: a tropical Old-World sedge (*Cyperaceae*) discovered in Spain and Morocco. *Nordic Journal of Botany* 25(1-2): 70-74.
- Juan, R. Pastor, J., Fernández, I. & Diosdado, J.C. 2003. Relationships between mature cones traits and seed viability in *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *macrocarpa* (Sm) Ball (*Cupressaceae*). *Acta Biologica Cracoviensia. Series Botanica* 45(2): 69-78.
- Juan, R. Pastor, J., Fernández, I. & Diosdado, J.C. 2006. Seedling emergent in the endangered *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa* (Sm.) Ball in Southwest Spain. *Acta Biologica Cracoviensia. Series Botanica* 48(2): 49-58
- Jury, S.L. 2003. *Torilis*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.X. 84-92. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Kith Tassara, M. 1955. Diversas características de los trabajos de regeneración de suelos, en los terrenos de dunas vivas, a base de su fijación y repoblación forestal. *Revista de Montes* 65: 345:347.
- Kornas, J. 1990. Plants invasions in Central Europe: historical and ecological aspects. En Di Castri, F. & al. (eds.) *Biological invasions in Europe and the Mediterranean Basin*: 105-133. Kluwet Academic Publishers, Amsterdam. Holanda.
- Ladero, M. Navarro, F. & Valle, C.J. 1984. Contribución al conocimiento de la flora halófila de la depresión del Duero. *Studia Geobotanica* 3: 236-266.
- Leiva, M.J., Chapin, F.S. & Ales, R. 1997. Difference in species composition and diversity among Mediterranean grassland with different history- the case of California and Spain. *Ecography* 20: 97-106.
- Lence, C., Penas, A. & Pérez, C. 2002. Nuevas comunidades vegetales de la Cordillera Cantábrica (León, España). *Lazaroa* 23: 107-115.
- Lindo, Z. & Winchester N.N. 2008. Scale dependent diversity patterns in arboreal and terrestrial oribatid mite (Acari:Oribatida) communities. *Ecography* 31(1): 53-60.
- Loidi, J., Biurrun, I. & Herrera, M. 1997. La vegetación del centro septentrional de España. *Itinera Geobotanica* 9: 161-618.
- López-Albacete, I., de las Heras, M., Sánchez-Gullón, E., Hidalgo, P.J. & Muñoz, A.F. 2007a. Novedades florísticas para Doñana. *Lagascalía* 27: 390-402.
- López-Albacete, I., de las Heras, M., Sánchez-Gullón, E., Weickert, P., Hidalgo P.J. & Muñoz, A.F. 2007b. Nuevas localidades de especies interesantes en Doñana y en la costa de Huelva (SW España). *Acta Botanica Malacitana* 32: 258-261.
- López-González, G. 1982. *Guía de INCAFO de los árboles y arbustos de la Península Ibérica*. INCAFO. Madrid.

- López-González, G. 1990a. *Arenaria*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.II. 172-224. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid
- López-González, G. 1990b. *Rumex*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.II. 595-634. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- López González, G. 1993. *Helianthemum*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.III. 365-421. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- López González, G. 2003. *Sesamoides*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.IV. 475-483. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Lora-González, A. & Vivero-Pol, J.L. 1998. Notas corológicas para la flora de Andalucía. *Acta Botanica Malacitana* 23: 243-246.
- Lorite, J., Valle, F. & Salazar, C. 2003. Síntesis de la vegetación edafohigrófila del Parque Natural y Nacional de Sierra Nevada. *Monografías de Flora y Vegetación Béticas* 13:47-110.
- Luceño, M. 2007. *Carex*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol. XVIII. 109-250. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Luceño, M. & Aedo, C. 1994. Taxonomic revision of the Iberian species of *Carex* L. section *Phacocystis* Dumort. (*Cyperaceae*). *Botanical Journal of the Linnean Society* 114(2): 183-214
- Luceño, M. & Escudero, M. 2007a. *Bulbostylis*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol. XVIII. 97-99. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Luceño, M. & Escudero, M. 2007b. *Carex* (Sect. *Spirostochyae*). En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol. XVIII. 178-191. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Luceño, M. & Jiménez-Mejías, P. 2007a. *Carex* (Sect. *Phacocystis*). En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol. XVIII. 237-246. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Luceño, M. & Jiménez-Mejías, P. 2007b. *Carex trinervis* Degl., novedad para la flora española. *Acta Botanica Malacitana* 32: 309-310.
- Luceño, M. & Jiménez-Mejías, P. 2007c. *Sphoenoplectus*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol. XVIII. 42-59. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Luceño, M. & Martín, J. 2007. *Rhynchospora*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol. XVIII. 99-102. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Luceño, M. & Narbona, E. 2007. *Isolepis*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol. XVIII. 62-67. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.

- Luque, T. 1987. *Linaria*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Occidental* vol. 2. 508-521. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Manzano, M. 2001. Clasificación de los humedales de Doñana atendiendo a su funcionamiento hidrológico. *Hidrogeología y Recursos hidráulicos* XXIV: 57-75.
- Manzano, M., Borja, F. & Montes, M. 2002. Metodología de tipificación hidrológica de los humedales españoles con vistas a su valoración funcional y a su gestión. Aplicación a los humedales de Doñana. *Boletín Geológico Minero* 113(3): 313-330.
- Manzano, M. & Custodio, E. 2005. El acuífero de Doñana y su relación con el medio natural. En: García-Novo, F. & Marín, C. (eds.) *Agua y Biosfera*. 133-142. UNESCO, Ministerio de Medio Ambiente y Junta de Andalucía. Madrid.
- Manzano, M. Custodio, E. & Colomines, M. 2005. El fondo hidroquímico natural del acuífero de Doñana (SO España). En: Editores *Actas del Congreso ibérico de Geoquímica. IX Congreso de Geoquímica de España*. 1-13. Soria.
- Manzano, M., Custodio, E. & Poncela, R. 1991. Contribución de la hidrogeoquímica al conocimiento de la hidrodinámica de los acuíferos del área de Doñana. En: A. Sauquillo-Herraiz & al. (eds.) *Actas del III Simposio sobre el Agua en Andalucía vol. 1*. 475-486. Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid.
- Margalef, R. 2002. Diversidad y biodiversidad. En: Pineda & al. (eds.) *La diversidad biológica de España*. 362-390. Prentice Hall. Madrid.
- Martín-Bravo, S., Jiménez-Mejías, P. & Luceño, M. 2007. *Bolboschoenus* En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol. XVIII. 36-42. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Martín-Laborde, J. B. & Castroviejo, S. 1992. *Rorippa valdes-bermejoi* (Castrov.) Mart. Laborde & Castrov., comb. nov. (Cruciferae). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 50(2): 274-275.
- Martínez, F. & Montero, G. 2004. The *Pinus pinea* woodlands along the coast of South-western Spain: data for a new geobotanical interpretation. *Plant Ecology* 175: 1-18.
- Martínez, F., Montero, G., Ruiz-Peinado, Cañellas, I. & Candela, J.A. 2004. Geobotánica e historia de los Pinares. En: Consejería de Medio Ambiente (ed.). *El pino (Pinus pinea L.) piñonero en Andalucía*. 49-112. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla.
- Medina, L. 1993. *Hydrocotyle*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol. X. 24-27. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Menéndez, J. & Florschütz, F. 1964. Resultados del análisis paleobotánico de una capa de turba en las cercanías de Huelva (Andalucía). *Estudios Geológicos* 20: 183-186.

- Menges, E.S., Craddock, A., Salo, J. & Weekley, C.W. 2008. Gap ecology in Florida scrub: Species occurrence, diversity and gap properties. *Journal of Vegetation Science* 19(4): 503-514.
- Milchunas, D.G. & Lauenroth, W. 1993. Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. *Ecological Monographs* 6: 327-366.
- Moglia, M.M. 2006. Fitosociología urbana I: La comunidad de *Poa annua* L. y *Coronopus didymus* (L.) SM. del centro de Argentina. *Acta Botanica Malacitana*. 31: 131-141.
- Molina, J.A. 1996. Sobre la vegetación de los humedales de la Península Ibérica (1. *Phragmito-Magnocaricetea*). *Lazaroa* 16: 27-88.
- Molina, A. 2005. The vegetation temporary ponds with Isoetes in the Iberian Peninsula. *Phytocoenologia* 35(2): 219-230.
- Monasterio- Huelin, E. & Muñoz-Garmendia, F. 1990. *Loeflingia*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.II. 169-171. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Montes, C., Borja, F., Bravo, M.A. & Moreira, J.M. 1998. *Reconocimiento biofísico de Espacios Naturales Protegidos. Doñana: una aproximación ecosistemática*. Consejería de Medio Ambiente. Sevilla.
- Morales, R. 1984. Novedades taxonómicas y nomenclaturales en especies ibéricas del género *Thymus* L. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 41(1): 91-95.
- Morales, R. 1986. Taxonomía de los géneros *Thymus* (excluida la sección *Serpyllum*) y *Thymbra* en la Península Ibérica. *Ruizia* 3: 1-324.
- Morales, M.J. & Fernández-Casas, F. 1989. Asientos para un atlas corológico de la Flora Occidental. *Fontqueria* 25: 58-75.
- Moreno, M. 2003. *Iberis*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.III. 271-293. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Mucina, L. Schamineé, J.H.J & Rodweel, J. 2000. Common data standars for recording relevés in field survey for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science* 11: 769-772.
- Muñoz-Garmendia, P., Montserrat, M., Laínz, M. & Aldasoro, J.J. 1993. *Viola* en: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.III. 276-317. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Muñoz-Reinoso, J.C. 1996. Tipología de las descargas sobre arenas de la Reserva Biológica de Doñana. *Limnetica* 12(2): 53-63.
- Muñoz-Reinoso, J. C. 2001. Vegetation changes and groundwater abstraction in SW Doñana, Spain. *Journal of Hydrology* 242: 197-209.

- Muñoz-Reinoso, J.C. 2003. *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa* in SW Spain: Ecology and conservation problems. *Journal of Coastal Conservation* 9: 113-122.
- Muñoz-Reinoso, J. C. 2004a. Enebrales costeros. Ecología y conservación. *Revista de Medio Ambiente* 46: 38-41.
- Muñoz-Reinoso, J. C. 2004b. Diversity of maritime juniper woodlands. *Forest Ecology and Management* 192: 267-276.
- Muñoz-Reinoso, J.C. & García-Novo, F. 2005. Multiscale control of vegetation patterns: the case of Doñana (SW Spain). *Landscape Ecology* 20: 51-61.
- Muñoz-Rodríguez, A. 1995. *Trifolium* sect. *Paramesus* y sect. *Trifoliastrum* en la Península Ibérica. *Studia Botanica* 14: 47-102.
- Muñoz-Rodríguez, A., Devesa, J.A. & Talavera, S. 2000. *Trifolium*. En: S. Talavera & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol. VI(II). 647-719. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Murray-Hudson M., Wolski, P. & Ringrose, S. 2006. Scenarios of the impact of local and upstream changes in climate and water use on hydro-ecology in the Okavango Delta, Botswana. *Journal of Hydrology* 331: 73-84.
- Navarro, F. & Valle-Gutiérrez, C.J. 1984. Vegetación herbácea del centro-occidente zamorano. *Studia Geobotanica* 3: 63-177.
- Navarro, F., Valle-Gutiérrez, C.J. & Fernández-Díez, F.J. 2000. Fitocorología y fitocenología de tres nuevos taxones para la flora de Salamanca del género *Chamaesyce* S.F. Gray (*Euphorbiaceae*). *Studia Botanica* 19: 5-10.
- Neto, C. 2002. A flora e a vegetação do superdistrito Sadense (Portugal). *Guineana* 8: 1-263.
- Nieto-Feliner, G. 1985. *Eragrostis curvula* (Schrader) Nees: Una nueva gramínea para la flora española. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 42(1): 255.
- Nogueira, I. 2003. *Malcolmia*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.IV. 80-84. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Nogueira, I. & Paiva, J. 1993. *Malva*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.III. 209-225. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Noy-Meir, I. 1973. Desert ecosystems: environmental and producers. *Annuals Review of Ecology and Systematics* 4: 25-52.
- Noy-Meir, I., Gutman, M. & Kaplan, Y. 1989. Response of Mediterranean grassland plants to grazing and protection. *Journal of Ecology* 77: 290-310.

- Noy-Meir, I. 1995. Interactive effects of fire and grazing on structure and diversity of Mediterranean grassland. *Journal of Vegetation Science* 6: 701-710.
- Orlochi, L. 1967. An agglomerative method for classification of plant communities. *Journal of Ecology* 55(1): 193-206.
- Ortega, A. 2007. *Scrophularia*. En: Lista alfabética de géneros, Real Jardín Botánico C.S.I.S.C en http://www.rjb.csic.es/floraiberica/PHP/generos_lista.php (consultada el 20 de junio del 2007).
- Ortega, A. & Devesa, J.A. 1993. Revisión del género *Scrophularia* (*Scrophulariaceae*) en la Península Ibérica e Islas Baleares. *Ruizia* 11: 5-157.
- Osem, Y., Perevolotsky, A. & Rigel, J. 2002. Grazing effect on diversity of annual plants communities in a semi-arid rangeland: interaction with small-scale spatial and temporal variation in primary productivity. *Journal of Ecology* 90: 936-946.
- Pastor, J & Valdés, B. 1983. Revisión del género *Allium* (*Liliaceae*) en la Península Ibérica y Baleares. *Anales de la Universidad Hispalense*. Universidad de Sevilla.
- Pastor, J. 1987a. *Amaranthus*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 1. 195-202. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Pastor, J. 1987b. *Atriplex*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 1. 177-181. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Pastor, J. 1987c. *Chenopodium*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 1. 171-177. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Pastor, J. 1987d. *Fritillaria*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 3. 431-432. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Pastor, J. 1987e. *Halopeplis*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 1. 183-184. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Pastor, J. 1987f. *Polygonum*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 1: 277-283. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Pastor, J. 1987g. *Portulaca*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 1. 203-204. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Pastor, J. 1987h. *Rumex*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 1. 285-293. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Pastor, J. & Juan, R. 1990. Estudio cariológico del género *Atriplex* (*Chenopodiaceae*) en Andalucía Occidental. *Lagascalía* 16: 3-14.

- Paunero, E. 1965. Notas sobre gramíneas. II. Consideraciones acerca de las especies españolas del género *Vulpia* Gmel. *Anales del Jardín Botánico A.J. Cavanilles* 22: 81-155.
- Pedrol, J. 2007a. *Littorella*. En: Lista alfabética de géneros, Real Jardín Botánico C.S.I.S.C en http://www.rjb.csic.es/floraiberica/PHP/generos_lista.php (consultada el 15 de mayo del 2007).
- Pedrol, J. 2007b. *Plantago*. En: Lista alfabética de géneros, Real Jardín Botánico C.S.I.S.C en http://www.rjb.csic.es/floraiberica/PHP/generos_lista.php (consultada el 15 de mayo del 2007).
- Pérez-Chiscano, J.L. 1982. El retamal costero de la desembocadura del río Guadiana. *Lazaroa* 4: 141-147.
- Pérez-Latorre, A. V., Galán de Mera, A. & Cabezudo, B. 1999a. Propuesta de aproximación sintaxonómica sobre las comunidades de gimnospermas de la provincia Bética (España). *Acta Botanica Malacitana* 24: 257-262.
- Pérez-Latorre, A. V., Galán de Mera, A. & Cabezudo, B. 2005. Notas sobre la vegetación de Andalucía. *Acta Botanica Malacitana* 30: 231-234.
- Pérez-Latorre, A. V., Galán de Mera, A., Navas, P., Navas, D., Gil, Y. & Cabezudo, B. 1999b. Datos sobre la flora y vegetación del parque natural de los Alcornocales (Cádiz-Málaga, España). *Acta Botanica Malacitana* 24: 133-184.
- Pérez-Latorre, A.V., Navas, P., Navas, D., Gil, Y. & Cabezudo, B. 2002. Datos sobre la flora y vegetación de la cuenca del río Guadiamar (Sevilla-Huelva, España). *Acta Botánica Malacitana* 27: 189-228.
- Pérez-Prieto, D. & Font, X. 2005. Revisión sintaxonómica a nivel de subalianza del orden *Helianthemetalia guttati* en la Península Ibérica e Islas Baleares. *Acta Botanica Malacitana* 30: 139-156.
- Podlech, D. 1999a. *Astragalus*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.VII (I). 279-338. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Podlech, D. 1999b. *Erophaca*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.VII (I). 347-350. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Poore, M.D. 1956. The use of phytosociological methods in ecological investigations. IV. General discussion of phytosociological problem. *Journal of Ecology* 44: 28-50.
- Prada, C. 1983. El género *Isoetes* L. en la Península Ibérica. *Acta Botanica Malacitana* 8: 73-100.
- Prada, C., Cabezudo, B. & Domínguez, E. 1986. Notas Breves. *Lagascalía* 14(1): 186.

Pujadas, A. 2003a. *Anagallis*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.V. 57-64. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.

Pujadas, A. 2003b. *Centunculus*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.V. 55-56. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.

Pujadas, A., Plaza, L., Sánchez-Gullón, E., Triano, E., López-Martínez, E., Burgarella, C., Rubiales, D., Román del Castillo, B., Reyes, E. & Ivorra, A. 2007. El género *Orobanche* L. (Orobanchaceae) en Andalucía. *Acta Botanica Malacitana* 32: 91-126.

Pujadas, A. & Roselló, J.A. 2003. *Thapsia*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.X. 401-410. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.

Ramberg, L., Hancock, P., Lindholm, M., Meyer, T., Ringrose, S., Sliva, J., Von As, J. & VanderPost, C. 2006. Species diversity of the Okango Delta, Botswana. *Aquatic Science* 68: 31-337.

Ramírez, L., García-Novo, F., Merino, J. & González-Bernáldez, F. 1977. Sistemas de dunas y arenas estabilizadas de la Reserva Biológica de Doñana. *Monografía ICONA* 18: 159-193.

Ramos, A. 1987a. *Hypericum*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 1. 314-318. Ketres editora S.A. Barcelona.

Ramos, A. 1987b. *Polygala*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Occidental* vol. 2. 254-256. Ketres editora S.A. Barcelona.

Randall, J.M., Morse, L.E., Benton, N., Hiebert, R., Lu, S., Killeffer, T. 2008. The invasives species assessment protocol: A tool for creating regional and national list invasive nonnative plants that negatively impact biodiversity. *Invasive Plant Science and Management* 1: 36-49.

Ratter, J.A. 1990. *Spergularia*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.II. 149-161. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.

Raunkjaer, O. 1934. *The life forms of the plants and statistical plant geography*. Clarendon Press, Oxford.

Real Decreto 1997/1995, de 7 de Diciembre, por el que se establece medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. BOE nº 310, de 28 de Diciembre de 1995: 37310-37333.

Real Jardín Botánico C.S.I.C., 2007. Lista alfabética de géneros en http://www.rjb.csic.es/floraiberica/PHP/generos_lista.php (consultada el 4 junio del 2007).

Richardson, D.M., Pysek, P., Rejmánek, M., Barbour M.G., Panetta, D.F. & West, C.J. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 6: 93-107.

- Ríos, S. & Alcaraz, F. 1995. Análisis de la flora higrófila de la cuenca del Segura (Sudeste de España). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 53(2): 219-231.
- Rivas-Goday, S. 1945. Contribución al conocimiento del *Schoenetum nigricantis* de Vasconia. *Boletín de la Sociedad Española de Historia Natural* 43: 216-273.
- Rivas-Goday, S. 1957a. Comportamiento fitosociológico del *Eryngium corniculatum* Lam. y de otras especies de *Phragmitetea* e *Isoeto-Nanojuncetea*. *Anales del Instituto Botánico A.J. Cavanilles* 14: 502-528.
- Rivas-Goday, S. 1957b. Nuevos órdenes y alianzas de *Helianthemetea annua* Br.-Bl. *Anales del Instituto Botánico A.J. Cavanilles* 15: 539-651.
- Rivas-Goday, S. 1964. Vegetación y flórula de la cuenca extremeña del Gadiana (Vegetatio y flórula de la provincia de Badajoz). Publicaciones Diputación Provincial de Badajoz. Badajoz (Madrid).
- Rivas-Goday, S. 1970. Revisión de las comunidades hispanas de la clase *Isoeto-Nanojuncetea*. *Anales del Instituto Botánico A.J. Cavanilles* 27: 225-276.
- Rivas-Goday, S., Borja, J., Monasterio, A., Galiano, E.F. & Rivas-Martínez, S. 1956. Aportaciones a la fitosociología hispánica (nota I). *Anales del Instituto Botánico de A.J. Cavanilles* 13: 335-422.
- Rivas-Goday, S., Borja, J., Esteve, F., Galiano, E., Rigual, A. & Rivas-Martínez, S. 1960. Contribución al estudio de la *Quercetea ilicis* hispánica. *Anales del Instituto Botánico A.J. Cavanilles* 17(2) 285-403.
- Rivas-Goday, S. & Esteve-Chueca, F. 1972. Flora serpentínicola española. Nota segunda. Nuevos edafismos endémicos y sus respectivas asociaciones del Reino de Granada. *Anales de la Real Academia de Farmacia* 38(3): 409-462.
- Rivas-Goday, S. & Rivas-Martínez, S. 1959. Acerca de la *Ammophiletea* del este y sur de España. *Anales del Instituto Botánico A.J. Cavanilles* 16: 549-564.
- Rivas-Martínez, S. 1965: Esquema de la vegetación potencial y su correspondencia con los suelos de la España peninsular. *Anales del Instituto Botánico A.J. Cavanilles* 22: 343-404.
- Rivas-Martínez, S. 1975. La vegetación de la clase *Quercetea ilicis* en España y Portugal. *Anales del Instituto Botánico A.J. Cavanilles* 31(2): 205-259.
- Rivas-Martínez, S. 1978. Vegetatio hispaniae. Notula V. *Anales del Instituto Botánico de A.J. Cavanilles* 34(2): 553-570.
- Rivas-Martínez, S. 1987. *Memoria del mapa de series de vegetación de España 1: 400.000*. Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

Rivas-Martínez, S. (1996-2005). Worldwide Bioclimatic Classification System. Phytosociological Research Center. <http://www.globalbioclimatics.org>. (Consultada en abril de 2008).

Rivas-Martínez, S., 2005. Avances en Geobotánica. Discurso de apertura del curso académico de la Real Academia de Nacional de Farmacia 2005 en <http://www.ucm.es/info/cif/> (consultada el 4 de junio del 2007).

Rivas-Martínez, S. 2007. Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España (Memoria del mapa de vegetación potencial de España. Parte I). *Itinera Geobotanica* 17: 5-435.

Rivas-Martínez, S., Asensi, A., Díez-Garretas, B. & Molero, J. 1988. Bioclimatología, biogeografía y series de vegetación de Andalucía occidental. *Lagascalia* 15: 91-119.

Rivas-Martínez, S., Asensi, A., Díez-Garretas, B. & Molero, J. 1997. Biogeographical synthesis of Andalusia (southern Spain). *Journal of Biogeography* 24: 915-928.

Rivas-Martínez & Belmonte, D. 1985. Sobre el orden *Agrostietalia castellanae*. *Lazaroa* 8:417-419.

Rivas-Martínez, S., Costa, M., Castroviejo, S. & Valdés, E. 1980. Vegetación de Doñana (Huelva, España). *Lazaroa* 2: 5-190.

Rivas-Martínez, S & Cubas, P. 1987. *Ulex*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Occidental* vol. 2.165-169. Ketres editora S.A. Barcelona

Rivas-Martínez, S. Loidi, J., Costa, M., Díaz-González, T.E. & Penas A. 1999. Ibericum A.D. MIM. *Itinera Geobotanica* 13: 1-349.

Rivas-Martínez, S., Lousa, M., Díaz, T.E., Fernández-González, F. & Costa, J.A. 1990. La vegetación del Sur de Portugal (Sado, Alentejo y Algarve). *Itinera Geobotanica* 3: 5-126.

Rivas-Martínez, S., Díaz, T.E., Fernández-González, F., Izco, J., Loidi, M., Lousã, M. & Penas, A. 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. *Itinera Geobotanica* 15(1): 5-432.

Rivas-Martínez, Fernández-González, F., Loidi, J., Lousã, M. & Penas, A. 2001. Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobotanica* 14: 5-341.

Rodríguez-Merino, A. & Cobo, D. 2002. Actividades tradicionales. En: Canseco (eds.) *Parque Nacional de Doñana*. Canseco, 353-375. Talavera de la Reina.

Rodríguez-Ramírez, A. 1998. *Geomorfología del Parque Nacional de Doñana y su entorno*. Colección Técnica. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Madrid.

- Rodríguez-Ramírez, A., Cáceres L., Rodríguez-Vidal, J. & Cantano, M. 2000. Relación entre clima y génesis de crestas-surcos de playa en los últimos cuarenta años (Huelva). *Revista del Cuaternario y Geomorfología* 14: 109-113.
- Rodríguez-Ramírez, A. & Clemente, L. 2002. Geomorfología. En: Canseco (eds.) *Parque Nacional de Doñana*. Canseco, 19-43. Talavera de la Reina.
- Rodríguez-Ramírez, A. Rodríguez-Vidal, J., Cáceres, L., Clemente, L., Belluomini, G., Manfra, L., Impronta, S. & Andrés, J.R. 1996. Recent coastal evolution of the Doñana National Park. *Quaternary Science Reviews* 15: 803-809.
- Rodwell, J.S. 1991. *British Plant Communities vol. 2. Mires and heath*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Romero-García, A. T., G. Blanca & C. Morales 1988. Revisión del género *Agrostis* L. (*Poaceae*) en la Península Ibérica. *Ruizia* 7: 1-160.
- Romero, M.I., Hinojo, B. & Lesta, R. 2006. Flora exótica e invasora de los hábitats naturales de Galicia. *II Congreso Nacional sobre especies exótica invasoras*. León, 19-22 septiembre 2006.
- Romero-Zarco. C. 1987a. *Corynephorus*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 3. 333-335. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Romero-Zarco. C. 1987b. *Lathyrus*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 2. 64-71. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Romero-Zarco. C. 1987c. *Medicago*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 2. 117-127. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Romero-Zarco. C. 1987d. *Polypogon*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 3. 341-343. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Romero-Zarco. C. 1987e. *Sporobolus*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 3. 392-393. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Romero-Zarco. C. 1987f. *Vicia*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 2. 47-62. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Romero-Zarco. C. 1999. *Vicia*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.VII (I). 360-417. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Romero-Zarco. C. 2002. *Corynephorus*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Catalogue Des Plantes Vasculaires Du Nord Du Maroc, Incluant Des Clés De Identification*. Madrid. CSIC. vol. 2: 826.
- Romero-Zarco, C. 2004. Sobre algunos neófitos y otras citas interesantes para la flora de Andalucía Occidental. *Acta Botanica Malacitana* 29: 305-310.

- Romero-Zarco, C. & Cabezudo, B. 1983. *Micropyropsis*, género nuevo de Gramineae. *Lagascalía* 11(1): 94-99.
- Ruiz de Clavijo, E. 1987a. *Lotus*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Occidental* vol. 2. 72-78. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Ruiz de Clavijo, E. 1987b. *Trifolium*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Occidental* vol. 2. 97-116. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Salazar, C., García Fuentes, Valle, F. 2001. Datos sobre la vegetación edafohigrófila del Sector Malacitano-Almijarense (Málaga-Granada, Sur de España). *Acta Botanica Malacitana* 26: 111-141.
- Salazar, C. & Valle, F. (coord). 2005. *Series de vegetación edafohigrófila de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente. Sevilla.
- Sales, F. & Hedge, I.C. 2000a. *Medicago*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.VII (II). 741-775. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Sales, F. & Hedge, I.C. 2000b. *Melilotus*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.VII (II). 720-731. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Sánchez, P.M. 1984. Contribución al conocimiento del género *Chara* en Andalucía. *Acta Botanica Malacitana* 9: 79-84.
- Sánchez-Gullón, E. 1999. Novedades corológicas para la provincia de Huelva. 1999. *Acta Botanica Malacitana* 24: 242-247.
- Sánchez-Gullón, E. & García-Rubio, J.C. 1999. Novedades florísticas para el litoral de Huelva y provincia. I. *Lagascalía* 21(1): 7-16.
- Sánchez-Gullón, E. & García-Rubio, J.C. 2002. Novedades florísticas para el litoral de Huelva y provincia. II. *Lagascalía* 22: 7-19.
- Sánchez-Gullón, E., Macías-Fuentes, F.J. & Weickert, P. 2006a. Alunas especies adventicias o naturalizadas en la provincia de Huelva (SO de España). *Lagascalía* 26: 180-186.
- Sánchez-Gullón, E. & Ortega, J.A. 1998. Nuevas áreas para la flora de Andalucía Occidental. *Lagascalía* 20(2): 311-335.
- Sánchez-Gullón, E., Valdés, B., Macías-Fuentes, F.J., & Weickert, P. 2006b. Notas para la flora de la provincia de Huelva (SO de España). *Lagascalía* 26: 187-196.
- Sánchez-Gullón, E. & Weickert, P. 2002. Plantas del herbario de D. Bruno Weickert herborizadas en la provincia de Huelva entre los años 1950/1974. *Lagascalía* 22: 172-179.

-
- Santos-Guerra, A. 1995. *Frankenia*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.III. 446-453. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Sanz-Elorza, M., Dana Sánchez, E.D. & Sobrino Vesperinas E., 2004. *Atlas de las plantas alóctonas invasoras en España*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- Sarkar, S. 2006. Long and short term dynamics of the wetlands in the Amboseli savanna ecosystem, Kenya. Tesis doctoral inédita. Universidad de Ontario, Canada.
- Schotsman, H.D. 1987. *Callitriche*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 2. 470-474. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Sergio, C., Casas, C., Brugués, M. & Cros, R.M. 1994. *Red List of Bryophytes of the Iberian Peninsula*. ICN. Portugal.
- Siljeström, P., Clemente, L. & Rodríguez-Ramírez, A. 2002. Clima. En: Canseco (eds.) *Parque Nacional de Doñana*. Canseco, 43-57. Talavera de la Reina.
- Silvestre, S. 1987a. *Carex*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 3. 244-245. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Silvestre, S. 1987b. *Elatine*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 1. 311-313. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Silvestre, S. 1987c. *Lythrum*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 2. 193-198. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Silvestre, S. 1987d. *Plantago*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 2. 475-481. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Silvestre, S. 1987e. *Populus*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 1. 372. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Silvestre, S. 1987f. *Serapias*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 3. 511-513. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Silvestre, S. 2003. *Caropsis*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.X. 293-295. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Sival, F. P. 1996. Mesotrophic basiphilous communities affected by changes in soil properties in two dune slack chronosequences. *Acta Botanica Neerlandica* 45(1): 95-106.
- Sival, F.P., Múcher, H. J. & Van Delft, S. P. J. 1998. Management of basiphilous dune slack communities in relation to carbonate accumulation and hydrological conditions. *Journal of Coastal Conservation* 4(1): 91-100.
- Solanas, J.L. 1996. Flora, vegetació i fitogeografia de la Marina Baixa. Tesis Doctoral. Alicante.

Solano, E. 1972. La hacienda de las Casas de Medina-Sidonia y Arcos en la Andalucía del siglo XV. *Archivo Hispalense*, 168: 85-176.

Soriguer, R.C., Delibes, M., Senna-Cheribbo, J.R., Fandos-París, P., Zamora-Díaz, R. & Rodríguez-Serra, A. 2001. *Análisis de la incidencia de los grandes herbívoros en la marisma y vera del Parque Nacional de Doñana*. Serie técnica. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

Sosa, T. 2003. Contribución al estudio de las funciones ecológicas que pueden desempeñar los compuestos derivados del metabolismo secundario de *Cistus ladanifer* L. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura.

Sousa, A. & García-Murillo, P. 1999. Historical evolution of the Abalarío lagoon complexes (Doñana Natural Park, SW Spain). *Limnetica* 16: 85-98.

Sousa, A. & García-Murillo, P. 2003. Changes in the wetlands of Andalusia (Doñana Natural Park, SW Spain) at the end of the little ice age. *Climate Change* 58: 193-217.

Sousa, A., García-Murillo, P., González, M. & García L. 2004. La desaparición de las lagunas del entorno de Doñana (Huelva, España) y su relación con cambios recientes. En: *El clima entre el mar y la montaña*. 715-724. García-Codron & al. (eds.). Serie A, vol.4. Santander.

Stevenson, A. C. 1984. Studies in the vegetational history of S.W. Spain. III. Palynological investigations at El Asperillo, Huelva. *Journal of Biogeography* 11: 527-551.

Stevenson, A.C. 1985a. Studies in the Vegetational History of S. W. Spain. I. Modern Pollen Rain in the Doñana National Park, Huelva. *Journal of Biogeography* 12(3): 243-268.

Stevenson, A.C. 1985b. Studies in the vegetational history of SW Spain. II. Palynological investigations at Laguna de las Madres, Huelva. *Journal of Biogeography* 12(4): 293-314.

Stevenson, A.C., & Moore P.D. 1988. Studies in the vegetational studies history of S.W. Spain. IV. Palynological investigations of a valley mire at El Acebrón, Huelva. *Journal of Biogeography* 15(2): 339-361.

Suso, J.M. & Llamas M. 1990. El impacto de la extracción de aguas subterráneas en el Parque Nacional de Doñana. *Estudios Geológicos* 46: 317-345.

Talavera, S. 1987a. *Alisma*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol.3. 181-182. Ketres editora S.A. Barcelona.

Talavera, S. 1987b. *Arisarum*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 3. 207-208. Ketres editora S.A. Barcelona.

Talavera, S. 1987c. *Brachypodium*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 3. 369-372. Ketres editora S.A. Barcelona.

- Talavera, S. 1987d. *Bromus*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 3. 360-369. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Talavera, S. 1987e. *Coleostephus*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 3. 63-64. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Talavera, S. 1987f. *Crepis*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 3. 92-96. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Talavera, S. 1987g. *Chrysanthemum*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 3. 64-65. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Talavera, S. 1987h. *Glyceria*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 3. 357-359. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Talavera, S. 1987i. *Hyoseris*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 3. 110. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Talavera, S. 1987j. *Minuartia*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 1. 232-233. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Talavera, S. 1987k. *Parapholis*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 3. 299-301. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Talavera, S. 1987l. *Potamogeton*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 3. 188-193. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Talavera, S. 1987m. *Silene*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 1. 244-267. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Talavera, S. 1987n. *Stipa*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 3. 381-384. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Talavera, S. 1987o. *Urospermum*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 3. 121-122. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Talavera, S. 1987p. *Zannichellia*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora de Andalucía Occidental* vol. 3. 200-202. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Talavera, S. 1990. *Silene*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.II. 313-406. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Talavera, S. 1999a. *Genista*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.VII(I). 45-119. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Talavera, S. 1999b. *Bituminaria*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.VII(I). 354-357. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.

- Talavera, S., Arista, M. & Ortiz, P. 1999. Sobre *Ornithopus sativus* (Brot) en la Península Ibérica. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 57(1): 226-227.
- Talavera, S. & Gallego, J.M. 1987. *Sonchus*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora vascular de Andalucía Occidental*, vol. 3: 85-88. Ketres editora, S.A. Barcelona.
- Talavera, S. García-Murillo, P. & Smit, H. 1986. Sobre el género *Zanichellia*. *Lagascalía* 14(2): 241-271.
- Tamajón, R. & Muñoz-Álvarez, J.M. 2001. La vegetación de las marismas y lagunas de la hoja cartográfica de Lebrija (Suroeste de España). *Studia Botanica* 20: 93-114.
- Thompson, W.A., Eldridge, D.J. & Bonser S.P. 2006. Structure of biological soil crust communities in *Callitris glaucophylla* woodlands of New South Wales, Australia. *Journal of Vegetation Science* 17(3): 271-280.
- Torres-Martínez, A., Ramírez-Díaz, L., Díaz-Pineda, F. & González-Bernáldez. 1977. Estructura y variación de la vegetación de la marisma de la Reserva Biológica de Doñana. *ICONA Monografías* 18: 225-244.
- Torres, J.A., Valle, F., Pinto, C., García-Fuentes, A., Salazar, C. & Cano, E. 2002. *Arbutus unedo* L. communities in the southern Iberian Peninsula mountains. *Plant Ecology* 160: 207-223.
- Trick, T. & Custodio, E. 2004. Hydrodynamic characteristics of the western Doñana region (area of El Abalarío), Huelva, Spain. *Hydrology Journal* 12: 321-335.
- Tyler, C. 1979. Classification of *Schoenus* communities in south and southwest Sweden. *Vegetatio* 41(2): 69-84.
- Tyler, C. 1981. Geographical variation in Fennoscandia and Estonian *Schoenus* wetlands. *Vegetatio* 45(3): 165-182.
- Universidade de Tras-os-Montes e Alto Douro, 2007. Flora Digital de Portugal. http://aguiar.hvr.utad.pt/pt/herbario/cons_reg.asp. (Consultada en agosto de 2007).
- Valdés, B. 1987a. *Anchusa*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Occidental* vol.2. 390-394. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Valdés, B. 1987b. *Cuscuta*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Occidental* vol.2. 372-374. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Valdés, B. 1987c. *Echium*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Occidental* vol.2. 383-387. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Valdés, B. 1987d. *Euphorbia*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Occidental* vol.2. 220-236. Ketres editora S.A. Barcelona.

- Valdés, B. 1987e. *Iris*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Occidental* vol.3. 477-482. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Valdés, B. 1987f. *Mercurialis*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Occidental* vol.2. 238-240. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Valdés, B. 1987g. *Ranunculus*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Occidental* vol.1. 97-114. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Valdés, B. 2000. *Lotus*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.VII(II). 776-812. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Valdés, B., Castroviejo, S., Costa, M. & Rivas-Martínez, S. 1977. *Linaria donyanae* (*Scrophulariaceae*), una nueva especie para la flora española. *Anales del Instituto Botánico A.J. Cavanilles* 34 (1): 351-353.
- Valdés, B., Carmona, I., Girón, B. & Sánchez-Gullón, E. 2005a. Notas sobre la flora de Doñana. 1. Pteridofitas que deben excluirse del catálogo florístico de Doñana. *Lagasalia* 25: 184-187.
- Valdés, B., Carmona, I., Girón, B. & García-García, M.C. 2005b. Notas sobre la flora de Doñana. 2. Algunas plantas del Parque Natural de Doñana nuevas para el litoral de Cádiz. *Lagasalia* 25: 187-192.
- Valdés, B., Carmona, I., Girón, B. & Sánchez-Gullón, E. 2005c. Notas sobre la flora de Doñana. 3. Novedades corológicas para el entorno de Doñana. *Lagasalia* 25: 204-217.
- Valdés, B. & Castroviejo, S. 1990. *Salicornia*. En: S. Castroviejo & al. (eds.) *Flora Ibérica* vol.VII. 531-534. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid.
- Valdés, B., Girón, V. & Carmona, I. 2006a. Notas sobre la flora de Doñana.4. Novedades corológicas para el entorno de Doñana. *Lagasalia* 26: 220-227.
- Valdés, B., Girón, V., Carmona, I. & Sánchez-Gullón, E. 2006b. Notas sobre la flora de Doñana.5. Nuevas áreas para el entorno de Doñana. *Lagasalia* 26: 228-235.
- Valdés, B., Girón, V. & Carmona, I. 2007a. Regressive psammophilous plant formations at "Monte Algaida" pine forest, Doñana Natural Park, SW Spain. *Bocconea* 21: 273-281.
- Valdés, B., Girón, V., Sánchez-Gullón, E & Carmona, I. 2007b. Catálogo florístico del Espacio Natural de Doñana (SO de España). Plantas vasculares. *Lagasalia* 27: 73-362.
- Valdés, B., Lera, J. & Velasco, C. 2006c. Nuevas plantas y nuevas áreas para la provincia de Sevilla. *Lagasalia* 26: 238-245.
- Valdés, B., Talavera, S. & Fernández-Galiano, E. 1987. *Flora vascular de Andalucía Occidental*, vols 1, 2 y 3. Ketres editora, S.A. Barcelona.

Valdés, B. & Ubera, J. 1987. *Prunella*. En: B. Valdés & al. (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Occidental* vol.2. 425-426. Ketres editora S.A. Barcelona.

Valle, F. 2003. *Mapa de series de vegetación de Andalucía*. Madrid.

Valle, F. (coord). 2004. *Datos botánicos aplicados a la Gestión del Medio Natural Andaluz II: Series de vegetación*. Consejería de Medio Ambiente. Sevilla.

Valle-Gutiérrez, J.C. & Navarro, F. 2001. *Suaeda splendens* en la cuenca del Duero. *Studia Botanica* 20: 73-75.

Van Vierssen, V. & Van Wijk, R.J. 1982. On the identity and autoecology of *Zanichellia peltata* Bertol. in western Europe. *Aquatic Botany* 12: 199-215.

Van Vierssen, V. & Van Wijk, R.J. 1983. On the distribution and ecology of *Zanichellia peltata* Bertol. in Spain. *Lagascalia* 11(1): 89-94.

Velasco, J.M. & Rico, E. 2000. Análisis de la flora de cultivos de regadío en el sudoeste de Castilla y León. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 58(1): 133-144.

Velayos, M., Carrasco, M.A., Cirujano, S. 1989. Las lagunas del campo de Calatrava (Ciudad Real). *Botanica Complutensis* 14: 9-50.

Verloove, F. -2003- *Physalis ixocarpa* Brot. Ex Hordem. and *Verbena litoralis* Kunth, new spanish xenophytes and records of other interesting alien vascular plants in Catalonia (Spain). *Lazaroa* 24: 7-11.

Verloove, F. 2005. New records of interesting xenophytes in Spain. *Lazaroa* 26: 141-148.

Vicioso, C. 1946. Notas sobre la Flora Española. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 6(2): 5-92.

Voliotis, D. 1982. Relations of the climate to the latitudinal situation and altitudinal zonation. *Ecologia Mediterranea* 8: 165-176.

Wallestein, F.M., Neto, A.I., Alvaro, N.V. & Tittley, I. 2008. Subtidal rocky short communities if the Azores: Developing a biotope survey method. *Journal of Coastal Research* 24(1): 244-249.

Wardell-Johnson, G.W., Williams, MR; Mellican, AE. & Annells, A. 2004. Floristic patterns and disturbance history in Karri forest, south-western Australia. *Environment and species richness*. *Forest Ecology and Management* 199: 449-460.

Wilpret, W., Pérez de Paz, P.L., del Arco, M.J & García Gallo, A. 1988. Contribución al estudio de la clase *Polygono-Poetea annuae* Rivas-Martínez 1975 en las Islas Canarias. *Acta Botanica Barcelonensis* 37: 355-361.

Zazo, C., Goy, L., Somoza, J.L., Dabrio, L., Belluomini, C.J., Improta, G., Lario, S., Bardají, J. & Silva, P.G. 1994. Holocene sequence of sea-level fluctuations in relation to climatic trends in the Atlantic-Mediterranean linkage coast. *Journal of Coastal Research* 10: 933-945.

