

3

Ecología



Introducción

El Capítulo 3 trata de las comunidades de organismos, particularmente vegetación, que se desarrollan sobre los depósitos arenosos costeros activos. El objetivo es describir los patrones y procesos de los ecosistemas dunares costeros en cuanto a especies y comunidades. Se mostrará cómo se produce la colonización de estos ambientes y cómo el ecosistema cambia en el espacio y en el tiempo.

El papel de la vegetación en la construcción de una duna costera

En el Capítulo 2 se ha descrito el proceso de construcción de la dunas costeras. Como se ha explicado las dunas comienzan a formarse en la zona de playa seca, siguiendo un proceso que incluye las siguientes fases: 1) Se produce la germinación de semillas o se desarrollan fragmentos de plantas, como rizomas o estolones. 2) Los granos de arenas son interceptados por la estructura aérea de la vegetación y comienzan a acumularse formando pequeños montículos



Foto 3.1. Coalescencia de montículos formados por vegetación pionera que darán lugar a una duna embrionaria.



Foto 3.2. Campo de nebkas que no dará lugar a la formación de un cordón dunar continuo.



Foto 3.3. En primer término, primer cordón dunar costero dominado por *Ammophila arenaria*, continuando hacia el mar con una duna embrionaria, con *A. arenaria* y *Elymus farctus*, y una banda de montículos efímeros formados por *Salsola kali* y *Cakile maritima*. Playa de Nueva Umbría, Lepe (Huelva).



Foto 3.4. Vegetación de playa seca formada por especies anuales como *Salsola kali* y *Cakile maritima*.

que crecen a medida que crece la planta. 3) Cuando la densidad vegetal es alta, los montículos se fusionan y forman una pequeña duna, denominada duna embrionaria. Si la densidad vegetal en la playa seca es baja, no se llegará a formar un cordón linear continuo, sino una zona de montículos aislados o nebkas.

Las especies de plantas capaces de formar dunas embrionarias continuas permanentes en las costas de la España peninsular y Baleares son principalmente las gramíneas *Ammophila arenaria* (barrón) y *Elymus farctus* (grama de mar), cuyo crecimiento se ve estimulado con el enterramiento de arenas. En Canarias, la ausencia de estas especies y las especiales condiciones ambientales sólo permiten la formación de campos de nebkas o montículos que se desarrollan principalmente sobre *Traganum moquinii* (balancón).

Otras muchas especies de plantas se desarrollan sobre la playa seca y forman depósitos de arena. Sin embargo, no evolucionan hacia dunas embrionarias estables. Los montículos pueden durar un sólo año si son de especies anuales como *Cakile maritima* y *Salsola kali*, o a lo sumo dos o tres años si el sector costero tiene una dinámica sedimentaria estable o regresiva. En este último caso, existe un número relativamente alto de especies perennes que pueden colonizar la playa seca, como *Polygonum maritimum*, *Eryngium maritimum*, *Euphorbia paralias*, entre otras. Todas las especies de plantas que colonizan la playa seca en sectores costeros progradantes contribuyen, en mayor o menor medida, a la formación de dunas embrionarias estables junto con *A. arenaria* y *E. farctus*.

La colonización y supervivencia de las plantas de la playa seca, así como el desarrollo de depósitos de arena que puedan dar lugar a la formación de las dunas embrionarias, dependen de numerosos factores; **naturales**, como existencia de condiciones de viento favorables, aporte de arenas, presencia de especies de plantas adecuadas o adaptadas a las especiales condiciones ambientales de estos ambientes (Maun, 1998; Martínez y Moreno Casasola, 1996), y **antrópicos**, como las actividades relacionadas con la limpieza de playas y la circulación de personas a pie, a caballo o en vehículos motorizados.

3.3

Características ambientales del sistema playa-duna

Independientemente de la zona geográfica o climática donde se desarrollen los sistemas dunares, éstos presentan un conjunto de características ambientales derivadas de su conexión con el mar. Entre las características ambientales destacadas propias de las dunas costeras mencionamos el viento, la acumulación y erosión de arenas, la movilidad del sustrato, la presencia de agua, spray y suelos salinos, inundaciones, estrés hídrico, sustratos muy permeables de grano grueso con baja capacidad de campo y pobreza en nutrientes (Barbour *et al.*, 1985; Rozema *et al.*, 1985; Clark, 1986; Hesp, 1991; Kumler, 1997; Randall, & Scott, 1997). Estas características afectan a la composición y abundancia de la vegetación y a los caracteres de las plantas que la forman, pudiendo estos últimos estar relacionados con diferentes procesos en su ciclo vital: germinación, implantación, crecimiento, desarrollo, dispersión, senescencia, etc. (Moreno Casasola, 1986; Hesp, 1990, 1991; Maun, 1998; García Mora *et al.*, 1999).

No se puede establecer un rango general para las características ambientales mencionadas, ya que las dunas costeras son unos ambientes que presentan un patrón heterogéneo en el espacio y en el tiempo, relacionado con gradientes ambientales desde la zona intermareal

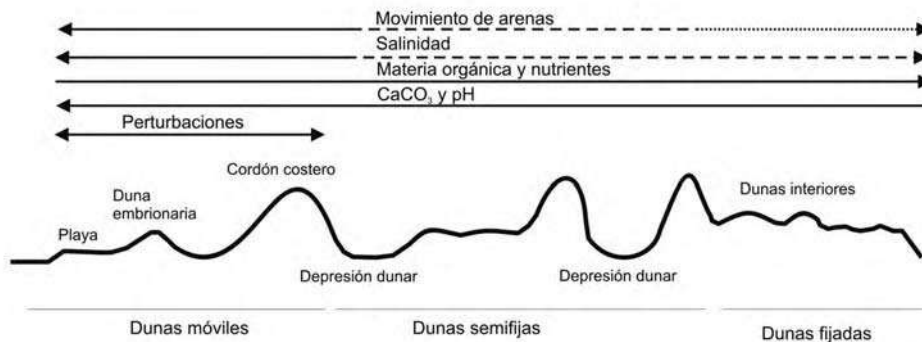


Figura 3.1. Gradientes abióticos en dunas costeras (modificado de Carter, 1988 y Brown & McLachlan, 1994).

hasta el interior y con perturbaciones recurrentes en las zonas de influencia marina directa (Hesp y Martínez, 2007). En general, la salinidad, movilidad y tamaño de las arenas, velocidad del viento, radiación y contenido en carbonato cálcico y pH del suelo decrecen hacia el interior, mientras que al contenido en materia orgánica y nutrientes se incrementa (Brown y McLachlan, 1994; Martínez y Psuty, 2004). Las perturbaciones, sin embargo, ocurren predominantemente entre la playa seca y el primer cordón dunar. Son eventos discretos o graduales, de intensidad variable, espacial y temporalmente, como son impactos del oleaje, inundaciones de agua de mar, erosión o sedimentación de arenas (Hesp y Martínez, 2007). En este último caso, se incluirían también las perturbaciones resultado del comportamiento animal y humano.

3.4

Adaptaciones de las especies de plantas

Como ya se expuso anteriormente, los organismos y concretamente, las especies de plantas que forman la vegetación de las dunas costeras, están sometidos a un amplio conjunto de condiciones ambientales poco favorables para su establecimiento y desarrollo. El resultado es que la vegetación suele presentar un número limitado de especies y suele estar dominada por unas pocas. Las especies presentes pueden hacer frente a las especiales condiciones restrictivas gracias al desarrollo de una serie de adaptaciones y de respuestas frente a dichas condiciones. Por ello, las especies de plantas de las dunas costeras en las zonas templadas del mundo presentan una gran similitud, morfológica y funcional, debido a las características físicas comunes de los ambientes costeros (Akeroid, 1997).

En la Tabla 3.1., elaborada a partir de Hesp (1991), se resumen algunos de estos factores ambientales estresantes y las adaptaciones de las plantas, con algunos ejemplos de especies que normalmente habitan las costas españolas. A continuación, también se muestran algunos ejemplos de cómo operan estas condiciones ambientales.

Tabla 3.1. Factores ambientales y adaptaciones de las plantas en el sistema playa - primer cordón dunar (Modificada de Hesp, 1991).

FACTOR AMBIENTAL	ADAPTACIÓN	EJEMPLOS
Spray salino	Resistencia / tolerancia / preferencia por la sal	<i>Cakile marítima</i> (resistente) <i>Salsola kali</i> (preferencia)
Enterramiento por arena	Estimulación del crecimiento Rizomas Estolones Bulbos	<i>Traganum moquinii</i> ; <i>Ammophila arenaria</i> ; <i>Elymus farctus</i> ; <i>Ammophila arenaria</i> ; <i>Elymus farctus</i> <i>Cyperus capitatus</i> , <i>Carex arenaria</i> <i>Pancreatium maritimum</i>
Inundación por agua de mar	Resistencia a la inundación	<i>Cakile marítima</i> <i>Salsola kali</i> <i>Elymus farctus</i> (limitada) <i>Traganum moquinii</i> <i>Zygophyllum fontanesii</i>
Sequía	Pérdida de hojas Suculencia Adaptaciones de las raíces Eficiencia en el uso del agua	Algunas especies <i>Cakile marítima</i> , <i>Carpobrotus sp.</i> Varias especies La mayoría de las especies
Alta intensidad de luz, altas temperaturas	Curvamiento de las hojas Colores claros y pubescencia Adaptaciones osmóticas	<i>Ammophila arenaria</i> <i>Otanthus maritimus</i> ; <i>Medicago marina</i> Muchas especies
Exposición al viento	Resistencia mecánica Formas aerodinámicas	Muchas especies Muchas especies: <i>Euphorbia peplis</i> (rastrera)
Salinidad del suelo	Resistencia a la sal Acumulación de sal Suculencia Adaptaciones osmóticas	<i>Salsola kali</i> <i>Salsola kali</i> <i>Cakile marítima</i> ; <i>Carpobrotus sp.</i> ; <i>Traganum moquinii</i> ; <i>Zygophyllum fontanesii</i> Muchas especies
Pobreza en nutrientes	Fijación de nitrógeno Relaciones micorrízicas Retranslocación de nutrientes	Leguminosas Algunas especies: <i>Ammophila arenaria</i> <i>Carex sp.</i>
Erosión marina	Ciclo de vida anual Dispersión de semillas por agua Dispersión de semillas por el viento Rizomatosas Estoloníferas Bulbos	<i>Cakile marítima</i> , <i>Salsola kali</i> , <i>Linaria pedunculata</i> <i>Pancreatium maritimum</i> Muchas especies <i>Ammophila arenaria</i> ; <i>Elymus farctus</i> <i>Cyperus capitatus</i> , <i>Carex arenaria</i> <i>Pancreatium maritimum</i>

Viento

Fuertes vientos cargados de arena son característicos de los sistemas dunares costeros. Su intensidad y carga de sólidos disminuye hacia zonas interiores a una tasa que depende del tipo de cubierta vegetal y de la topografía dunar. Su efecto sobre las plantas es bien directo, limitando el crecimiento y produciendo roturas, o bien indirecto, produciendo desecación y abrasión (Boyce, 1954). El efecto desecante se produce por un incremento de las tasas de evaporación. Sin embargo, el principal efecto del viento sobre las plantas es su capacidad de abrasión de los tejidos de las partes aéreas, cuyo daño es mayor si se une al efecto del spray salino (Yura y Ogura, 2006). Este efecto se produce sobre todo en alturas de unos 50 cm sobre el suelo (Boyce, 1954). Las adaptaciones frente a la abrasión del viento cargado de arena son morfológicas, de modo que las plantas adquirieron portes bajos o rastreros para evitar el impacto de la arena (por ejemplo, *Euphorbia peplis*, *Lotus creticus*), y anatómicas (Rozema *et al.*, 1985; Yura y Ogura, 2006) con la formación de cutículas gruesas y esclerófilas (*Ammophila arenaria*, *Polygonum maritimum*) o pubescencia (*Otanthus maritimus*).

Spray salino

Es un aerosol con contenido en sales que, producido en el rompeolas de la playa, es desplazado por el viento hacia el interior. Se considera uno de los principales factores que influyen en distribución de la vegetación costera (Oosting y Billings, 1942; Davy y Figueroa, 1993). El spray salino daña la parte aérea de plantas herbáceas y leñosas, produciendo necrosis de las partes expuestas o de toda la planta. La intensidad de este factor disminuye hacia zonas interiores y está relacionado con las características de la zona rompeolas, la velocidad del viento, la altura de la vegetación y la topografía dunar (Brown y Maclachlan, 1994; Barbour, 1978; Short y Hesp, 1982). Si bien la cantidad de sales en suspensión es muy alta en la zona de playa, disminuye rápidamente hacia el interior, si bien puede ser apreciable hasta a unos 800m del mar (Lubke, 1983). La principal respuesta de las plantas frente a la acumulación de sales es la succulencia (tolerancia). Otras respuestas para evitar la acumulación de sales son la formación de gruesas cutículas, pubescencia y orientación de las hojas (resistencia) (Barbour, 1985; Davy y Figueroa, 1993; Rozema *et al.*, 1985).

Salinidad del suelo

El spray salino y esporádicas inundaciones por agua de mar pueden contribuir al incremento del contenido en sales del suelo arenoso. Tras lluvias intensas, dicho contenido disminuye y puede llegar a ser menor del 1% (concentración en niveles de saturación de agua) (Barbour *et*

al., 1985). Existen suelos con cantidades relativamente elevadas de sal en las zonas de playa seca y en la cara expuesta de las dunas embrionarias y estables. En zonas áridas, el contenido en sales del suelo es mayor que en zonas templadas y tropicales húmedas. Entre las adaptaciones de las plantas frente a elevados niveles de sales en el suelo encontramos, según cita Hesp (1991): i) desarrollo de resistencia a la sal, ii) estimulación de la germinación a bajas concentraciones de sal, iii) desarrollo de estructuras en el tejido externo que permiten la excreción de sal, iv) succulencia, y v) adaptaciones osmóticas.

Disponibilidad de agua

La capacidad de almacenamiento de humedad del suelo dunar es muy limitada debido a la alta permeabilidad que tienen los suelos arenosos, de textura gruesa, bajos contenidos en materia orgánica, y que además, están sujetos a altas radiaciones, temperaturas y al viento. Asimismo, durante los períodos secos y calurosos del verano, la escasa agua almacenada se agota rápidamente. Esta situación de falta o escasa disponibilidad de agua para las plantas es uno de los principales factores limitantes de los ecosistemas dunares costeros, existiendo, por tanto, muchas especies de plantas que han desarrollado adaptaciones frente al estrés hídrico (Hesp, 1991). Entre las adaptaciones a bajos niveles de disponibilidad de agua se pueden mencionar ajustes osmóticos (Rozema *et al.*, 1985), estructuras xeromórficas (Hesp, 1991), incluyendo succulencia, enrollamientos de hojas, pubescencia, secreción de ceras,...

Pobreza en nutrientes

La mayor parte de los elementos necesarios para el crecimiento de las plantas están contenidos en el agua de mar (Rozema *et al.*, 1985), excepto nitrógeno, fósforo y potasio. Los nutrientes alcanzan la playa y duna vía spray marino (van der Valk, 1974), sumándose a los aportados por el viento, lluvia y niebla, pero se pierden de forma rápida mediante lixiviado hacia capas más profundas del suelo poco accesibles para las plantas (Hesp, 1991) y distribuidos de forma heterogénea (Cain *et al.*, 1999). Los nutrientes también pueden ser aportados al sistema por el oleaje y las mareas en forma de restos de algas y animales. Las adaptaciones de las plantas cuando existe una baja disponibilidad de nutrientes incluyen grandes desarrollos radicales laterales para la localización e intercepción de aquéllos (Pemadasa y Novell, 1974), retranslocación de nutrientes desde partes senescentes a zonas de crecimiento (Harte y Parmenter, 1983), asociaciones micorrízicas para la obtención de fósforo (Rodríguez-Echeverría y Freitas, 2006), con bacterias para la fijación de nitrógeno (Dalton *et al.*, 2004;), o con formas de crecimiento que impidan la instalación de otros individuos, entre otras.

Enterramiento por arenas

El enterramiento de las plantas a causa de la arena transportada por el viento en los sistemas dunares costeros se considera una de las restricciones más importantes para la implantación y desarrollo de la vegetación, ya que el enterramiento altera completamente el microambiente de las plantas, desde el estado de semilla hasta planta adulta, en superficie y bajo el suelo (Maun, 2004). La respuesta frente al enterramiento de las diferentes especies que habitan los sistemas dunares costeros puede ser de tres tipos (Maun, 1998):

- Respuesta inhibitoria negativa, en la cual la planta es incapaz de sobrevivir al enterramiento muriendo poco después del suceso.
- Respuesta neutral y después negativa, en la cual la planta muestra una escasa o nula respuesta inicial, ya que el enterramiento se produce a niveles tolerables. Sin embargo, a mayores niveles de enterramiento la respuesta se hace negativa y la planta muere.
- Respuesta de estimulación positiva, en la cual las especies muestran un incremento de desarrollo después de ciertos niveles de enterramiento. Esta es la respuesta de la mayor parte de las especies que viven en sistemas dunares activos.

No sólo es importante la cantidad de arena en cada episodio de enterramiento, sino también la velocidad a la que se produce. De las especies de la flora dunar española son *Elymus farctus* y *Ammophila arenaria* las que presentan una mayor adaptación al enterramiento, respondiendo con un estímulo positivo de crecimiento que a *A. arenaria* le permite resistir tasas de enterramiento de hasta 90 cm al año (Ranwell, 1958) y capacidad de germinar a semillas de *E. farctus* enterradas a unos 150 cm de profundidad. Las adaptaciones al enterramiento por arena incluyen mejoras en la asimilación de CO₂ (Yaun *et al.*, 1993), crecimiento en superficie a expensas de reservas almacenadas en órganos subterráneos como bulbos, estolones o rizomas (Brown, 1997; Harrys y Davy, 1988), elevada productividad (Deshmukh, 1977), tolerancia (Martínez y Moreno Casasola, 1996),...



Foto 3.5. *Ammophila arenaria* y *Euphorbia paralias* en dunas con gran aporte de arena, Valdevaqueros, Tarifa (Cádiz).

Otro aspecto de gran importancia del enterramiento es la limitación del establecimiento de nuevas poblaciones de especies anuales, especialmente en zonas de playa seca y dunas embrionarias. El enterramiento a determinados niveles umbrales de profundidad puede resultar en la ausencia de germinación o incapacidad para emerger a través de la arena (Hesp, 1991). Como estrategia frente a estas situaciones, numerosas especies presentan bancos de semillas capaces de perdurar uno (bancos transientes) o más años (bancos permanentes), a la espera de situaciones en las que la erosión

disminuya la profundidad de enterramiento y les permita activar su germinación, o bien pueden recuperan las poblaciones perdidas por enterramientos episódicos mediante dispersión por agua de mar o viento desde poblaciones cercanas.

Erosión por el oleaje

El sistema playa seca-duna es un área dinámica en la que se produce un constante intercambio de sedimentos con el mar. En períodos de tormentas, los sedimentos acumulados en este sistema suelen ser masivamente erosionados y transportados hacia el mar. Según sea la dinámica predominante de la zona costera (Carter, 1990) y la magnitud de los temporales, los efectos sobre la vegetación de playa alta-duna varían, condicionando la composición y abundancia de especies y los caracteres morfológico funcionales de respuesta frente a este tipo de perturbación, que permitirán la supervivencia y recolonización de las zonas perturbadas (García Mora *et al.*, 1999, 2001; Maun, 2004, Hesp y Martínez, 2007). En sectores de costa progradantes, donde el sistema dunar aparece como una serie completa formado por comunidades de playa seca, dunas incipientes y primer cordón activo, los temporales suelen tener una escasa influencia afectando a las comunidades de playa seca y, ocasionalmente, a dunas embrionarias; sólo en ocasiones puede verse afectado el primer cordón dunar. El resultado suele ser la desaparición total o parcial de las plantas de la playa seca en algunas zonas debido al impacto mecánico del oleaje o a causa de la inundación por el agua del mar, no viéndose alterada prácticamente la composición de especies, si bien se tiende a seleccionar especies con resistencia o tolerancia a la salinidad.

En sectores de dinámica estable, donde se puede desarrollar la vegetación en la playa seca dos o más años seguidos, la incidencia de las tormentas suele resultar en niveles de inundación y de erosión moderados. Aquellas tormentas de gran intensidad pueden hacer desaparecer temporalmente la vegetación de playa seca que se formó durante períodos de tormentas de baja intensidad. En estos casos, el oleaje alcanza el primer cordón dunar socavándolo y eliminando la vegetación del pie de la duna y de la zona baja de la ladera expuesta. Finalmente, en sectores de costa en los que existe una dinámica erosiva, la escasa vegetación de playa desaparece con pequeños temporales, y en temporales de cierta magnitud, la erosión del primer cordón dunar es intensa, por lo que la vegetación existente es eliminada y se



Foto 3.6. Efectos de un temporal sobre la duna costera. Eliminación de vegetación y exposición de sistemas radicales de las plantas. En este caso bulbos, de *Pancratium maritimum*, que pueden ser dispersados por el mar a otras zonas de la costa.



Foto 3.7. Semillas de *Pancratium maritimum* germinando en la playa seca tras ser transportadas por el mar.

producen pendientes acusadas que pueden derivar en la formación de cubetas de deflación (blowouts) o roturas del primer cordón dunar con posibilidad de inundación de zonas interiores (washovers).

Frente a la erosión, las especies tienen mecanismos de recolonización de las zonas destruidas o alteradas mediante estrategias características de plantas pioneras (Maun, 2004; Hesp y Martínez, 2007), como es la capacidad de dispersión de propágulos (semillas o trozos de planta) a través del agua del mar, la dispersión de semillas arrastradas por el viento y su capacidad para extenderse rápidamente a partir de rizomas o estolones. Las especies que habitan en el sistema playa seca-duna tienen mecanismos de dispersión para que las semillas sean arrastradas por el viento (gran producción de semillas) y en alta proporción, por el agua (Andersen, 1993). La dispersión a través del viento permite que las semillas, sobre todo de especies anuales, lleguen a la zona dunar desde zonas interiores o desde otros sectores donde la erosión no ha afectado con tanta intensidad. La dispersión por agua de mar es posible para un conjunto muy limitado de especies cuyas semillas y/o trozos de plantas pueden flotar y no pierden la viabilidad (Ridley, 1930). Especies como *Cakile maritima*, *Calystegia soldanella*, *Pancratium maritimum*, *Ammophila arenaria*, *Honckenya peploides*, entre otras, tienen semillas, rizomas, estolones o bulbos que presentan este tipo de adaptación a la dispersión a través del agua de mar. Por otro lado, la capacidad que tienen numerosas especies costeras de producir rizomas, estolones o bulbos,...les permite recolonizar las zonas desnudas de forma rápida.

La dinámica sedimentaria del sector costero donde se localice la duna costera y la intensidad de las perturbaciones (magnitud y recurrencia) contribuyen en gran medida, junto con los factores arriba expuestos, a configurar la composición y abundancia de especies de las comunidades vegetales (Costa *et al.*, 1996; Hesp y Martínez, 2007).

3.5

Tipos funcionales de las plantas frente al estrés ambiental costero

Trabajos realizados recientemente acerca de la ecología de la vegetación de las dunas costeras (García Mora *et al.*, 1999; 2000) que han sido llevados a cabo en las costas del Golfo de Cádiz, pero extrapolables al resto de la Península, han establecido cómo se organiza la vegetación de los sistemas dunares activos. En función de la presencia o ausencia de adaptaciones a las diferentes restricciones que existen en este tipo de medios, las especies se pueden agrupar en tres grupos funcionales de plantas (ver Tabla 3.2.).

Los tres grupos pueden coexistir en un tramo concreto, si bien su proporción relativa varía según la dinámica sedimentaria de cada tramo costero (Carter, 1991). El tipo I incrementa su proporción relativa en los tramos más estables, el Tipo II aumenta en las dunas costeras afectadas por la erosión y el Tipo III se asocia a zonas donde dominan los procesos de acumulación eólica.

Tabla 3.2. Principales características y especies de los tipos funcionales de plantas de sistemas costeros activos del Golfo de Cádiz (modificado de García Mora *et al.*, 1999).

TIPO I	TIPO II	TIPO III
<ul style="list-style-type: none"> • Anual • Hojas méxicas • Biomasa subterránea axonomorfa de poco grosor o barbadilla • Altura biomasa aérea ≤ 15 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • Bianual o perenne • Hojas duras/ succulentas/pubescentes • Biomasa subterránea gruesa y ramificada 	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia al enterramiento • Órganos de reserva subterráneos • Altura biomasa aérea > 15 cm • Dispersión marina
<i>Aetheoriza bulbosa</i> <i>Cynodon dactylon</i> <i>Rumex tingitanus</i> <i>Cutandia maritima</i> <i>Pseudorlaya pumilla</i> <i>Senecio vulgaris</i> <i>Anacyclus radiatus</i> <i>Bromus rigidus</i> <i>Bromus diandrus</i> <i>Carduus meoanthus</i> <i>Emex spinosa</i> <i>Erodium cicutarium</i> <i>Hedypnois cretica</i> <i>Hypochoeris glabra</i> <i>Lagurus ovatus</i> <i>Medicago littoralis</i> <i>Medicago minima</i> <i>Sonchus oleraceus</i> <i>Sonchus tenerrimus</i> <i>Scolymus maculatus</i> <i>Paronychia argentea</i> <i>Plantago coronopus</i> <i>Vulpia alopecurus</i>	<i>Artemisia crithmifolia</i> <i>Armeria pungens</i> <i>Crucianella maritima</i> <i>Helichrysum picardii</i> <i>Malcolmia littorea</i> <i>Linaria lamarckii</i> <i>Thymus carnosus</i> <i>Lotus creticus</i> <i>Pycnocomon rutifolium</i> <i>Reichardia gaditana</i> <i>Silene ramosissima</i> <i>Linaria pedunculata</i> <i>Ononis variegata</i>	<i>Cyperus capitatus</i> <i>Sporobolus pungens</i> <i>Calystegia soldanella</i> <i>Ammophila arenaria</i> <i>Elymus farctus</i> <i>Medicago marina</i> <i>Othantus maritimus</i> <i>Pancratium maritimum</i> <i>Eryngium maritimum</i> <i>Euphorbia paralias</i> <i>Polygonum maritimum</i> <i>Cakile maritima</i> <i>Salsola kali</i> <i>Euphorbia peplis</i>

La vegetación aparece formando comunidades laxas con patrones de diversidad muy heterogéneos, si bien siempre con una reducida riqueza de especies. Las zonas donde existe un mejor balance sedimentario son menos diversas y la vegetación, mantenida por la perturbación natural en estados iniciales de la sucesión, está dominada por especies de Tipo III (por ejemplo, *Ammophila arenaria* y *Elymus farctus*), que actúan como especies estructurantes. Además, las especies Tipo III representan un elemento clave para el mantenimiento del equilibrio dinámico de los sistemas dunares costeros y su abundancia relativa determina el grado de vulnerabilidad del mismo (García Mora *et al.*, 2001) y por tanto, constituyen un buen indicador biológico del estado de los sistemas dunares costeros.

3.6

Zonación de vegetación en los sistemas dunares costeros

Como resultado de la variación en el ambiente físico del sistema playa-dunas costeras, determinado por la distancia al mar, se pueden distinguir diferentes unidades fisiográficas y ecológicas funcionales en el espacio y en el tiempo. Las unidades ecológicas son hábitats discretos con una particular combinación ambiental de tipos edáficos, movilidad de sustrato, hidrodinámica y microclima. Aquí se desarrolla una comunidad formada por especies de plantas y otros organismos que reúnen una serie de adaptaciones que les capacitan para desarrollarse en este tipo de ambientes cambiantes y restrictivos. El diferente gradiente de intensidad con el que actúan los factores de estos ambientes determina la existencia de un gradiente zonal desde la playa hacia el interior de los sistemas dunares costeros (Carter, 1990).

Las diferentes zonas de vegetación son fácilmente distinguibles perpendicularmente a la orilla del mar, existiendo una mayor diferenciación en costas progradantes. En aquellas no progradantes, la sectorización de la vegetación también es evidente debido al diferente grado de movilidad de la arena. Ésta se considera uno de los principales factores que modifica la distribución de las especies y la composición de las comunidades vegetales de los sistemas dunares costeros (Moreno Casasola, 1986; Dech y Maun, 2005). Existen diferentes esquemas de sectorización de las dunas costeras según el tipo de ecosistema o zonas de vegetación, siendo uno de los más sintéticos el propuesto por van der Maarel (1997), (ver Figura 3.2.).

En el caso del sector activo de influencia marina de los sistemas dunares costeros, si bien se han descrito hasta seis zonas distintas de vegetación del sistema playa-primer cordón (Doing, 1985), en este manual sólo vamos a considerar cuatro zonas fisiográficas principales de mayor

influencia marina y movilidad de sustrato, con características ecológicas homogéneas internamente y comunes a la mayor parte de los sistemas dunares costeros de la Península Ibérica y Baleares. Estas cuatro zonas fisiográficas principales son A) Vegetación anual pionera, B) Vegetación de playa seca, C) Duna embrionaria, D) Cresta y ladera de barlomar del primer cordón dunar.



Figura 3.2. Sectorización transversal de un sistema dunar (modificado de van der Maarel, 1997).

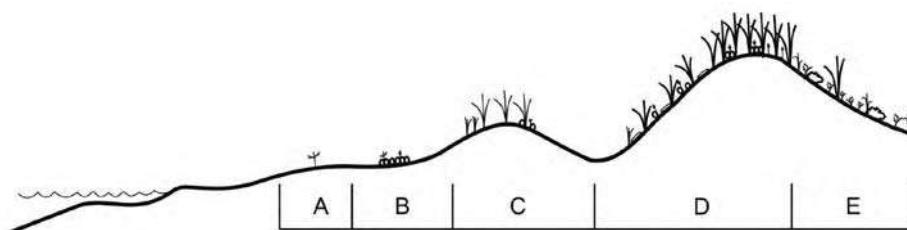


Figura 3.3. Zonación de la vegetación del sistema playa-primera cordón dunar en sectores de costa progradantes (Modificado de Doing, 1985).

3.7

Descripción de las comunidades de vegetación de las dunas costeras

3.7.1. Especies de plantas del sistema playa seca-primer cordón

El sistema playa-primer cordón dunar presenta comunidades vegetales formadas por un número relativamente bajo de especies. Las causas hay que buscarlas en las condiciones extremas de inestabilidad de estos ecosistemas, donde las perturbaciones ocasionadas por el oleaje y el enterramiento a causa de la arena imponen condiciones muy restrictivas para la supervivencia. García Mora (1999) mostró que en las costas del suroeste de España, cuando las condiciones ambientales son favorables para la formación de dunas (dinámica progradante), la diversidad de especies del primer cordón dunar es extremadamente baja. En esas condiciones, las comunidades suelen estar formadas por una o dos especies dominantes (*Ammophila arenaria* y *Elymus farctus*) y un bajo número de especies acompañantes. Si el aporte de arena al sistema dunar decrece, es decir, si decrece la movilidad de la arena, aumenta la diversidad de especies. Esto es debido a una disminución de la dominancia y sobre todo, a la presencia de un número mayor de especies. Otro factor que puede afectar a la diversidad del sistema dunar es la presión humana, que suele modificar las condiciones ambientales del sistema, permitiendo, en muchas ocasiones, aumentar el número de especies.

Actualmente, no existe ningún catálogo completo de las especies de plantas que habitan en el sistema playa-duna activa de las costas españolas. En la Tabla 3.3., se ha elaborado una relación de especies características del sistema playa seca-primer cordón dunar de seis regiones costeras españolas: País Vasco, Cantabria, Galicia, Andalucía, Alicante-Valencia y Cataluña. No obstante, no se han incluido especies propias de sistemas dunares interiores secundarios, semiestabilizados o estabilizados, ni las especies de plantas exóticas.

Este catálogo del sistema playa seca-primer cordón dunar está formado por 66 especies y subespecies. Si consideramos la representatividad de las zonas costeras seleccionadas, podemos decir que incluye a la mayoría de las especies presentes en este tipo de ecosistema en la España peninsular y Baleares. El número total de especies por zona costera es muy parecido, en torno a las 34 por zona. Si reducimos las 6 zonas a tres áreas geográficas, el número de especies también es muy similar: Cantábrico (País Vasco-Cantabria-Galicia) - 43 especies, Andalucía - 39 especies y Mediterráneo (Cataluña-Valencia-Alicante) - 38 especies. Del total

de especies, un 27,3% son comunes a las tres áreas y un 47% de las mismas están, al menos, en dos áreas geográficas. De las especies exclusivas, el área cantábrica presenta 15 especies, Andalucía, 9 y el área mediterránea, 7.

Tabla 3.3. Relación de especies de plantas de los sistemas dunares costeros activos de España.

	PAÍS VASCO	CANTABRIA	GALICIA	CATALUÑA ALICANTE	VALENCIA	ANDALUCÍA
<i>Aetheorhiza bulbosa</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Alyssum loiseleurii</i>	+		+			
<i>Ammophila arenaria</i> subsp. <i>arenaria</i>	+	+	+			+
<i>Ammophila arenaria</i> subsp. <i>arundinacea</i>			+	+	+	+
<i>Anthemis maritima</i>				+		
<i>Armeria maritima</i>	+	+	+			+
<i>Armeria pungens</i>			+			+
<i>Artemisia caeruleascens</i> subsp. <i>gallica</i>				+		
<i>Artemisia campestris maritima</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Asperula occidentalis</i>	+	+				
<i>Aster squamatus</i>				+		
<i>Astragalus baionensis</i>	+					
<i>Cakile maritima</i> subsp. <i>integrifolia</i>	+	+	+			
<i>Cakile maritima</i> subsp. <i>maritima</i>				+	+	+
<i>Cakile maritima</i> subsp. <i>aegyptiaca</i>			+			+
<i>Calystegia soldanella</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Carduus meonanthus</i>						+
<i>Carex arenaria</i>	+	+	+			+
<i>Centaurea aspera</i> L. subsp. <i>aspera</i>				+		
<i>Centaurea aspera</i> subsp. <i>stenophylla</i>					+	
<i>Centaurea polyacantha</i>						+
<i>Crucianella maritima</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Cutandia maritima</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Cyperus capitatus</i>			+	+	+	+
<i>Desmazeria marina</i>	+	+	+	+		
<i>Echinaria spinosa</i>				+	+	
<i>Echium gaditanum</i>						+
<i>Elymus farctus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Eryngium maritimum</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Euphorbia paralias</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Euphorbia peplis</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Euphorbia portlandica</i>	+	+	+			
<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>arenaria</i>	+	+				
<i>Glaucium flavum</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Hedypnois arenaria</i>					+	+
<i>Herniaria ciliolata</i>	+	+	+			
<i>Honckenya peplodes</i>	+	+	+			

	PAÍS VASCO	CANTABRIA	GALICIA	CATALUÑA ALICANTE	VALENCIA	ANDALUCÍA
<i>Hypochoeris glabra</i>						+
<i>Koeleria albenscens</i>	+	+				
<i>Lagurus ovatus</i> L.		+	+	+		
<i>Launaea resedifolia</i>				+	+	
<i>Linaria maritima</i>	+	+	+			
<i>Linaria pedunculata</i>						+
<i>Lotus creticus</i>				+	+	+
<i>Malcolmia littorea</i>			+		+	+
<i>Maresia nana</i>				+		
<i>Matricaria maritima</i>	+	+	+			
<i>Matthiola sinuata</i>			+	+		
<i>Medicago littoralis</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Medicago marina</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Otanthus maritimus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Pancreatium maritimum</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Plantago maritima</i>	+	+				
<i>Polygonum maritimum</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Pseudorlaya pumilla</i>				+	+	+
<i>Reichardia gaditana</i>			+			+
<i>Reichardia picroides</i>				+	+	
<i>Sagina nodosa</i>	+	+				
<i>Salsola kali</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Silene littorea</i>						+
<i>Silene nicaeensis</i>				+		+
<i>Silene ramosissima</i>					+	+
<i>Silene uniflora</i>	+	+	+			
<i>Solidago macrorrhiza</i>	+					
<i>Sporobolus pungens</i>				+	+	+
<i>Vulpia alopecurus</i>						+
	35	33	36	34	29	39

Elaborado a partir de Asensi, A. & Diez, B. (1993); Crespo y Manso (1990); Gallego Fernández et al., (2006); Izco (1993); Izco, Amigo & García-San León (2000); Loriente Escallada (1974); Rivas Martínez et al., (1980). La presencia de especies en las costas de Cataluña procede de inventarios recogidos en el Banco de Datos de Biodiversidad de Cataluña (BDBC-Departamento de Medio Ambiente).

3.7.2. Zonación de la vegetación del sistema playa seca-primer cordón dunar

A continuación, se analizará la zonación de la vegetación del sistema playa seca-primer cordón dunar tipificada de la siguiente manera: A) Vegetación anual pionera, B) Vegetación de playa seca, C) Duna embrionaria, D) Cresta y ladera de barlomar del primer cordón dunar.

- Vegetación anual pionera

Las especies vegetales asociadas a estos ambientes se caracterizan por tolerar grandes concentraciones salinas en el sustrato, crecer en sustratos ricos en nitrógeno y presentar modificaciones frente a las condiciones de aridez y salinidad. Las más características son *Cakile maritima*, *Salsola kali* y *Euphorbia peplis*, entre otras. La erosión mareal producida por los temporales de invierno representa el principal vector de dispersión de estas especies, distribuyendo los frutos, semillas y rizomas, junto con los restos orgánicos que actúan como almacén de nutrientes para la siguiente generación. La restauración de la comunidad vegetal tiene lugar fundamentalmente en primavera, desarrollándose rápidamente durante el verano gracias a la gran disponibilidad de nitrógeno, y produciendo semillas al principio del otoño.

- Vegetación de playa seca

En la zona más interior y persistente de la playa, la comunidad vegetal presenta un mayor número de especies, entre las que destacan *Honckenya peploides*, *Eryngium maritimum*, *Calystegia soldanella*, *Polygonum maritimum*, *Sporobolus pungens*, etc.

- Duna embrionaria

Cuando existen, las dunas embrionarias presentan una elevada acumulación de arenas que determina la presencia de un bajo número de especies muy adaptadas al enterramiento. Destaca la relativamente elevada presencia de *Elymus farctus* y *Ammophila arenaria*. Ambas especies facilitan la acumulación de arena y contribuyen activamente al crecimiento en anchura y altura de la duna embrionaria. Otras especies características, que aparecen, generalmente, en bajas coberturas (según la tasa de acumulación de arenas) son *Polygonum maritimum*, *Euphorbia paralias*, *Otanthus maritimus* y *Eryngium maritimum*.

- Primer cordón

En el cordón dunar costero, *Ammophila arenaria* es la especie psammofila más cosmopolita, que junto con *Elymus farctus*, constituye el principal precursor del crecimiento del depósito sedimentario eólico. Otras especies características son *Otanthus maritimus*, *Medicago marina*, *Euphorbia paralias*, *Cyperus capitatus*, *Eryngium maritimum*, *Echinophora spinosa*, *Pancratium maritimum*, etc.

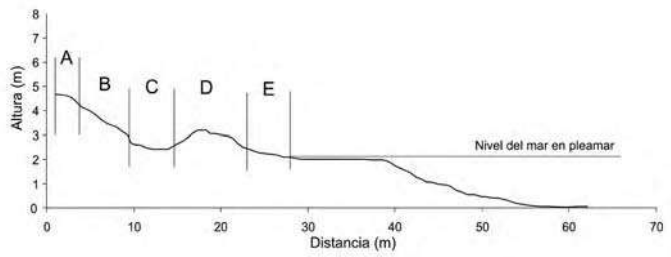
La presencia de esta serie completa de vegetación sólo se produce en dunas de sectores costeros progradantes, con un elevado aporte de arena traído por el oleaje, que es transportado hacia el interior por el viento (ver Cuadro 3.1).

Cuando la dinámica sedimentaria es menos intensa, no se forma duna embrionaria, siendo la frecuencia e intensidad de los temporales lo que determina la presencia de comunidades de playa seca y pioneras (ver Cuadro 3.2).

Finalmente, en costas erosivas, la existencia de comunidades en la zona de playa es muy efímera, estando formadas por especies de plantas pioneras que se desarrollan en primavera y verano, para desaparecer en los meses de otoño e invierno. El cordón dunar, en este último caso, suele presentar la ladera expuesta al mar muy escarpada, debido a la erosión del oleaje. A su vez, la vegetación acostumbra a estar instalada en la parte alta de la ladera y en la cresta, presentando frecuentemente numerosas raíces expuestas y un estado fisiológico deficiente (Ver Cuadro 3.3).

Cuadro 3.1. Vegetación de dunas costeras progradantes. Sistema dunar Flecha litoral de El Rompido, Lepe-Huelva (Muñoz Vallés & Gallego Fernández, 2005).

Las sectores de costa progradantes suelen tener la serie completa del sistema playa alta-primero cordón dunar. Se caracterizan por presentar un elevado aporte de arenas procedentes de la playa seca. La vegetación de playa alta es efímera restringida a los meses de primavera y verano. La duna embrionaria presenta una vegetación pobre y de bajas coberturas, dominada por *A. arenaria* y *E. farctus*. El primer cordón dunar es más diverso que las dunas embrionarias pero más pobre que las dunas estables, está dominado por *A. arenaria*.

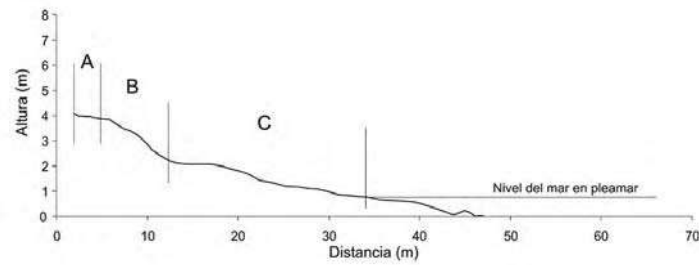


A: Cresta primer cordon	B: Ladera primer cordón	C: Depresión	D:Duna embrionaria	C: Playa alta
<i>Ammophila arenaria</i>	<i>Ammophila arenaria</i>	<i>Ammophila arenaria</i>	<i>Ammophila arenaria</i>	<i>Elymus farctus</i>
<i>Elymus farctus</i>	<i>Elymus farctus</i>	<i>Otanthus maritimus</i>	<i>Elymus farctus</i>	<i>Salsola kali</i>
<i>Eryngium maritimum</i>	<i>Otanthus maritimus</i>	<i>Eryngium maritimum</i>	<i>Otanthus maritimus</i>	<i>Cakile maritima</i>
<i>Hedypnois arenaria</i>	<i>Eryngium maritimum</i>	<i>Euphorbia peplis</i>	<i>Cakile maritima</i>	
<i>Pseudorlaya pumila</i>	<i>Pancratium maritimum</i>		<i>Eryngium maritimum</i>	
<i>Reichardia gaditana</i>				
<i>Pancratium maritimum</i>				



Cuadro 3.2. Vegetación de dunas costeras estables. Sistema dunar Flecha litoral de El Rompido, Lepe-Huelva (Muñoz Vallés & Gallego Fernández, 2005).

En tramos costeros donde el aporte de arena es bajo, el primer cordón dunar se encuentra estabilizado. Presenta un número relativamente alto de especies, coexistiendo las características de zonas altamente perturbadas por enterramiento e influencia marina con especies de zonas más interiores. Se puede formar duna embrionaria pero desaparece en pocos años debido a temporales. Sólo la vegetación de playa alta aparece de forma regular, si bien suele ser eliminada todos los años o cada dos años, a lo sumo. Según su persistencia, la vegetación de playa alta tiene mayor o menor número de especies, aunque normalmente está dominada por especies anuales.

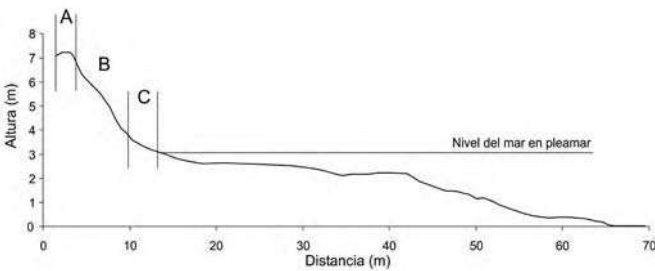


A: Cresta primer cordón	B: Ladera primer cordón	C: Playa alta
<i>Ammophila arenaria</i>	<i>Ammophila arenaria</i>	<i>Ammophila arenaria</i>
<i>Elymus farctus</i>	<i>Elymus farctus</i>	<i>Elymus farctus</i>
<i>Malcolmia littorea</i>	<i>Malcolmia littorea</i>	<i>Malcolmia littorea</i>
<i>Silene nicaeensis</i>	<i>Silene nicaeensis</i>	<i>Silene nicaeensis</i>
<i>Crucianella maritima</i>	<i>Crucianella maritima</i>	<i>Eryngium maritimum</i>
	<i>Artemisia crithmifolia</i>	<i>Cakile maritima</i>
	<i>Pancratium maritimum</i>	<i>Euphorbia paralias</i>
	<i>Eryngium maritimum</i>	<i>Otanthus maritimus</i>
		<i>Polygonum maritimum</i>
		<i>Salsola kali</i>



Cuadro 3.3. Vegetación de dunas costeras erosivas. Sistema dunar Flecha litoral de El Rompido, Lepe-Huelva (Muñoz Vallés & Gallego Fernández, 2005).

La zonación de la vegetación de dunas de sectores costeros erosivos se restringe al primer cordón, no existiendo normalmente vegetación de playa alta. Tras períodos de temporales que socavan la base del primer cordón, se reconstruye un perfil de equilibrio mediante derrumbes de las zonas medias y altas del cordón. La vegetación recoloniza la base de la duna a partir de propágulos dispersados por el mar, el viento, y a partir de la vegetación existente en el propio cordón, mediante el crecimiento de rizomas y estolones.



A: Cresta primer cordón	B: Ladera primer cordón	C: Base (derrumbe)
<i>Ammophila arenaria</i>	<i>Ammophila arenaria</i>	<i>Elymus farctus</i>
<i>Crucianella maritima</i>	<i>Crucianella maritima</i>	
<i>Cutandia maritima</i>	<i>Cutandia maritima</i>	
<i>Malcolmia littorea</i>	<i>Medicago littoralis</i>	
	<i>Pancratium maritimum</i>	
	<i>Hedypnois arenaria</i>	
	<i>Elymus farctus</i>	



3.7.3. Zonación fitosociológica en dunas costeras de España

La mayor parte de los trabajos descriptivos de la vegetación del sistema playa seca- primer cordón dunar en España han sido realizados por botánicos. Se ha elaborado una gran cantidad de inventarios de plantas de las diferentes zonas de vegetación mediante técnicas de muestreo fitosociológicas, las cuales han conducido a la existencia de una importante documentación sobre numerosos sistemas dunares de la Península y Baleares.

Los ecólogos también han abordado el estudio de las dunas españolas profundizando en la relación entre las características del medio y la composición y abundancia de especies. Sin embargo, los estudios ecológicos son muy escasos y han estado centrados en zonas interiores de los sistemas dunares, principalmente del Golfo de Cádiz, siendo las dunas móviles de Doñana las que acaparan un mayor esfuerzo de investigación (García Novo 1975, 1979, 1990; García Novo y Merino, 1997; García Novo *et al.*, 2004; entre otras). Aspectos ecológicos del sistema de playa seca-primer cordón han sido abordados por García Mora *et al.* (1999, 2000, 2001), también en el Golfo de Cádiz.

La importante información descriptiva de la vegetación que se ha obtenido mediante las técnicas geobotánicas ha hecho que el sistema de clasificación fitosociológica sea comúnmente utilizado por las administraciones del estado y autonómicas para dotar de contenido los sistemas de información geográfica como herramientas para el planeamiento del territorio y su conservación. La utilización de este sistema de clasificación ha sido también adoptado por la Unión Europea (Directiva Hábitat) para el diseño y construcción de la Red Natura 2000 (ver Apartado 3.8.2), mediante la designación de asociaciones o comunidades de plantas cuyos hábitats hay que proteger en las futuras Zonas de Especial Conservación (denominación de las futuras áreas protegidas).

En el Cuadro 3.4. se muestran las asociaciones fitosociológicas (diferentes tipos de comunidades de plantas) descritas en los sistemas playa seca-primer cordón dunar de las costas españolas (Rivas Martínez *et al.*, 2001).

Cuadro 3.4. Comunidades fitosociológicas descritas en el sistema playa seca-primer cordón dunar de las dunas costeras españolas (a partir de Rivas Martínez et al., 2001).

- Cakiletea maritimae Tüxen & Preising ex Br.-Bl. & Tüxen 1952			
ASOCIACIÓN	ESPECIES CARACTERÍSTICAS	HÁBITAT	DISTRIBUCIÓN
<i>Salsola kali</i> - <i>Cakiletum maritimae</i>	<i>Cakile maritima</i> Subsp. <i>maritima</i> <i>Salsola kali</i> Subsp. <i>kali</i> <i>Polygonum maritimum</i>	Playa seca	Mediterráneo
<i>Polygono maritimi</i> - <i>Elymetum pycnanthi</i>	<i>Elymus pycnanthus</i> <i>Polygonum maritimum</i> <i>Beta marina</i> <i>Raphanus raphanistrum</i> ssp. <i>Landra</i> <i>Atriplex prostrata</i>	Playa seca	Galicia País Vasco
<i>Atriplici hastatae</i> - <i>Betetum maritimae</i>	<i>Beta maritima</i> <i>Atriplex prostrata</i> <i>A. patula</i> <i>Cakile maritima</i> Subsp. <i>integrifolia</i>	Duna-saladar	Galicia
<i>Honckenyo-Euphorbietum peplis</i>	<i>Honckenya peploides</i> <i>Salsola kali</i> <i>Cakile maritima</i>	Playa seca	Cantábrico Galicia Portugal
- Ammophiletea Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff, Dijk & Passchier 1946			
COMUNIDAD VEGETAL	ESPECIES CARACTERÍSTICAS	HÁBITAT	DISTRIBUCIÓN
<i>Euphorbio paraliae</i> - <i>Agropyretum junceiformis</i>	<i>Elymus farctus</i> <i>Othantus maritimus</i> <i>Eryngium maritimum</i> <i>Euphorbia paralias</i>	Playa seca progradante Duna embrionaria	Cantábrico Galicia Portugal Golfo Cádiz
<i>Otantho maritimi</i> - <i>Ammophiletum australis</i>	<i>Euphorbia paralias</i> <i>Othantus maritimus</i> <i>Ammophila arenaria</i> <i>Calystegia soldanella</i>	Primer cordón	Cantábrico Galicia Portugal Golfo Cádiz
<i>Loto cretici</i> - <i>Ammophiletum australis</i>	<i>Ammophila arenaria</i> <i>Lotus creticus</i>	Dunas semifijas	Portugal Andalucía Mediterráneo
<i>Medicagini marinae</i> - <i>Ammophiletum australis</i>	<i>Ammophila arenaria</i> subsp. <i>Arundinacea</i> <i>Medicago marina</i> <i>Eryngium maritimum</i>	Crestas dunas secundarias	Mediterráneo (Atlántico)
<i>Cypero mucronati</i> - <i>Agropyretum juncei</i>	<i>Elymus farctus</i> <i>Othantus maritimus</i> <i>Echinophora spinosa</i>	Montículos muy móviles	Mediterráneo

- Ammophiletea Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff, Dijk & Passchier 1946			
COMUNIDAD VEGETAL	ESPECIES CARACTERÍSTICAS	HÁBITAT	DISTRIBUCIÓN
<i>Eryngio maritimi-Sporobolietum arenarii</i>	<i>Sporobolus arenarius</i> <i>Eryngium maritimum</i> <i>Salsola kali</i>	Montículos móviles salobres	Portugal Andalucía Mediterráneo
<i>Iberidetum procumbentis</i>	<i>Iberis procumbens</i> <i>Linaria caesia</i> var. <i>decumbens</i>	Sotamar primer cordón	Galicia Portugal
<i>Traganetum moquinii</i>	<i>Traganum moquinii</i> <i>Salsola vermiculata</i> <i>Suaeda vera</i> <i>Atriplex glauca</i>	Primera banda dunar (50-100 m)	Canarias
<i>Atriplici-Chenoleoidetum tomentosae</i>	<i>Chenoleoides tomentosa</i> <i>Atriplex glauca</i> <i>Polycarpaea nivea</i>		Canarias
<i>Zygophyllo fontanesii-Polycarpaetea niveae</i>	<i>Zygophyllum fontanesii</i> <i>Polycarpaea nivea</i>		Canarias
<i>Polycarpaeo-Lotetum lancerottensis</i>	<i>Lotus lancerottensis</i> <i>Polycarpaea nivea</i> <i>Zygophyllum fontanesii</i> <i>Chenoleoides tomentosa</i>		Canarias
<i>Salsolo kali-Cakiletum maritimae</i>	<i>Cakile maritima</i> <i>Zygophyllum fontanesii</i>		Canarias
<i>Euphorbio paraliasi-Cyperetum capitati</i>	<i>Euphorbia paralias</i> <i>Cyperus capitatus</i> <i>Polygonum maritimum</i> <i>Ononis serrata</i>		Canarias

3.8

Conservación y protección de especies y comunidades

3.8.1. Especies de plantas protegidas a nivel estatal y autonómico

En este apartado se recogen las especies de plantas dunares que se encuentran protegidas en la España peninsular, Canarias y Baleares. Todas las especies protegidas están incluidas en Catálogos de especies amenazadas realizados tanto a nivel estatal como autonómico (ver Tabla 3.4). En el marco estatal, la principal herramienta legal para la protección, tanto de los ecosis-

temas como de las especies de fauna y flora, es la *Ley de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre*, de 1989. En el marco autonómico, el desarrollo de la legislación es muy heterogéneo. De las diez comunidades autónomas donde hay dunas costeras, sólo en ocho se han aprobado catálogos de especies amenazadas de la flora, al amparo de la legislación autonómica mediante Decretos u Órdenes. En Cataluña existe un proyecto de decreto desde 2006, aún no aprobado; y en Cantabria no existe ningún catálogo completo de especies de flora amenazada. Las figuras de protección utilizadas en las diferentes normativas son diversas, si bien, en general, siguen la establecida en la Ley 4/89 (ver Tabla 3.5.).

Tabla 3.4. Catálogo nacional y catálogos autonómicos de especies de flora amenazada.

Estado Español	MMA 2006. Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (1990-2006). Dirección General para la Biodiversidad. Madrid.
Andalucía	Ley de la C.A. de Andalucía 8/2003, de 28 de octubre, de la Flora y la Fauna Silvestres.
Asturias	Decreto 65/95, de 27 de abril, por el que se crea el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de la Flora del Principado de Asturias y se dictan normas para su protección.
Baleares	Decreto 75/2005, de 8 de julio, por el cual se crea el Catálogo Balear de Especies amenazadas y de Especial Protección, las Áreas Biológicas Críticas y el Consejo Asesor de Fauna y Flora de les Illes Balears.
Canarias	Decreto 151/2001, de 23 de julio, por el que se crea el Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias.
Cantabria	-
Cataluña	Projecte de Decret /2006, de creació del Catàleg de Flora amenaçada autòctona de Catalunya.
Galicia	Decreto 88/2007, de 19 de abril, por el que se regula el Catálogo gallego de especies amenazadas.
Murcia	Decreto nº 50/2003, de 30 de mayo, por el que se crea el Catálogo Regional de Flora Silvestre Protegida de la Región de Murcia y se dictan normas para el aprovechamiento de diversas especies forestales.
País Vasco	Orden de 10 de julio de 1998, del Consejero de Industria, Agricultura y Pesca por la que se incluyen en el Catálogo Vasco de Especies Amenazadas de la Fauna y Flora, Silvestre y Marina, 130 taxones y 6 poblaciones de la flora vascular del País Vasco.
Valencia	Orden de 20 de diciembre de 1985, de la Conselleria de Agricultura y Pesca, sobre protección de especies endémicas o amenazadas.

Tabla 3.5. Figuras de protección de la Ley 4/89 de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres.

- **En peligro de extinción.** Aquellos cuya supervivencia es poco probable si los factores de amenaza actual siguen operando. Exige la redacción de un Plan de Recuperación.
- **Sensibles a la alteración de su hábitat.** Aquéllos cuyo hábitat característico está particularmente amenazado, en grave regresión, fraccionado o muy limitado. Exige la redacción de un Plan de Conservación del Hábitat.
- **Vulnerables.** Aquéllos que corren el riesgo de pasar a las categorías anteriores en un futuro inmediato si los factores de amenaza actuales no son corregidos. Exige la redacción de un Plan de Conservación.
- **De interés especial.** Aquéllos que, sin estar en las categorías anteriores, sean merecedores de una atención particular en función de su valor científico, ecológico, cultural o por su singularidad. Exige la redacción de un Plan de Manejo.

En el listado de especies de plantas (ver Tabla 3.6.), sólo se han incluido aquellas protegidas pertenecientes a dunas activas (playa seca, dunas embrionarias y primer cordón dunar) y algunas especies que suelen aparecer en zonas dunares rejuvenecidas por retroceso del primer cordón dunar costero.

En la Tabla 3.6., se puede observar que existen veintiocho especies de plantas de dunas con algún tipo de protección legal en España. A nivel estatal, sólo están protegidas dos especies (el número total de especies y subespecies de flora protegida a nivel estatal es de 139), el resto están incluidas en los diferentes catálogos de especies amenazadas de las diez comunidades autónomas. El mayor número de especies protegidas se encuentra en Asturias (con ocho especies) y en el País Vasco (con siete especies). Destacan las comunidades de Valencia, Murcia y Galicia, con dos o menos especies de dunas protegidas.

En definitiva, la protección que ofrece la legislación estatal y autonómica no ampara a la mayor parte de las especies que pueden presentar problemas para su conservación. Por tanto, es necesario consultar otros documentos de referencia que puedan indicar de forma más o menos precisa el grado de amenaza que presenta un buen número de especies de la flora dunar. Entre los documentos de referencia destacamos el *Libro Rojo de Especies Vegetales Amenazadas de España Peninsular e Islas Baleares* (Gómez Campo, 1987), la *Lista Roja de la Flora Vascular Española* (VV.AA., 2000) o el *Atlas y Libro Rojo de la flora vascular amenazada de España. Taxones prioritarios* (Bañares et al., 2004). Además, existen libros rojos publicados en diferentes comunidades autónomas. El documento *Lista Roja de la Flora Vascular Española* constituye el principal referente actual sobre la flora amenazada, ya que en él se recogen 1.414 taxones de la flora española peninsular e insular (Devesa, 2006).

Tabla 3.6. Especies de flora dunar protegida por la legislación estatal y autonómica.

	Nacional	Canarias	Cataluña	Valencia	Murcia	Baleares	Andalucía	Galicia	Asturias	Cantabria	País Vasco
<i>Androcymbium psammophilum</i>		2									
<i>Crucianella maritima</i>									2		
<i>Euphorbia peplis</i>									2		
<i>Festuca rubra</i> L. subsp. <i>arenaria</i>											3
<i>Festuca vasconensis</i>											3
<i>Herniaria ciliolata</i> subsp. <i>robusta</i>											4
<i>Honckenya peploides</i>											3
<i>Juniperus oxycedrus</i> subsp. <i>macrocarpa</i>				Anex 1			1				
<i>Juniperus phoenicea</i> subsp. <i>turbinata</i>			3		4						
<i>Kickxia sagittata</i> var. <i>urbanii</i>		4									
<i>Koeleria albescens</i>											3
<i>Linaria arenaria</i>								1			
<i>Linaria lamarckii</i>							3				
<i>Linaria pedunculata</i>			3								
<i>Linaria supina</i> subsp. <i>maritima</i>									1		
<i>Linaria tursica</i>	3						1				
<i>Malcomia littorea</i>									1		
<i>Medicago marina</i>									2		3
<i>Ononis natrix</i> L. subsp. <i>ramosissima</i>											3
<i>Otanthus maritimus</i>					4	2			3		
<i>Pancratium maritimum</i>						2			4		
<i>Reichardia gaditana</i>									2		
<i>Silene ramosissima</i>			3								
<i>Thymus carnosus</i>							1				
<i>Traganum moquinii</i>		3					1				
<i>Vulpia fontquerana</i>	3										
<i>Zygophyllum album</i>			1								
<i>Zygophyllum gaetulum</i>		3									

(Categorías de protección: 1: Peligro de Extinción; 2: Sensible a la alteración de su hábitat; 3: Vulnerable; 4: De interés especial).

3.8.2. Comunidades de vegetación de la Red Natura 2000

La Unión Europea crea la Red Natura 2000, configurada como una red ecológica de espacios europeos denominados Zonas Especiales de Conservación (ZEC). La creación de dicha red viene establecida en la Directiva 92/43/CEE del Consejo de Europa, conocida como Directiva Hábitat. El objetivo principal de esta Directiva es contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres calificados de interés comunitario en el territorio europeo de los Estados miembros, mediante el mantenimiento o restablecimiento de los mismos en un estado de conservación favorable. La Directiva 92/43/CEE se traspuso al ordenamiento jurídico español a través del Real Decreto 1997/1995.

La Directiva Hábitat establece una relación de hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres que deben ser conservados. Asimismo, incluye en su Anexo I diecisiete tipos de hábitats dunares costeros de toda la Unión Europea, de los cuales seis son prioritarios, es decir, amenazados. En España se localizan diez de estos hábitats incluidos en el Anexo I de la Directiva, pertenecientes a las dunas marítimas de las costas atlánticas y mediterráneas (ver Cuadro 3.5). En el Cuadro 3.6, se describen brevemente los tipos de hábitats correspondientes a dunas activas y dunas activas que fueron fijadas con plantaciones de pinos (MMA, 2005; European Comision, 2003).

Por tanto, las “especies de interés comunitario” cuyo hábitat se debe proteger son aquellas que se consideran en peligro, sean vulnerables, raras o endémicas y que requieran especial atención debido a la singularidad de su hábitat y/o a posibles repercusiones que su explotación pueda tener para su conservación. Estas especies figuran o podrán figurar en el Anexo II y/o IV o V de la citada Directiva. Se consideran “especies prioritarias” aquéllas cuya conservación supone una especial responsabilidad para la Comunidad. Estas especies prioritarias se señalan con un asterisco (*) en el Anexo II.

Cuadro 3.5. Hábitats naturales de dunas costeras recogidos en la Directiva 92/43/CEE existentes en España (*hábitats naturales prioritarios).

DUNAS MARÍTIMAS

21 Dunas marítimas de las costas atlánticas, del mar del Norte y del Báltico

2110 Dunas móviles embrionarias

2120 Dunas móviles de litoral con *Ammophila arenaria* (dunas blancas)

2130 Dunas costeras fijas con vegetación herbácea (dunas grises) (*)

2150 Dunas fijas descalcificadas atlánticas (*Calluno-Ulicetea*) (*)

2190 Depresiones interdunares húmedas

22 Dunas marítimas de las costas mediterráneas

2210 Dunas fijas de litoral del *Crucianellion maritimae*

2230 Dunas con céspedes del *Malcomietalia*

2250 Dunas litorales con *Juniperus* spp. (*)

2260 Dunas con vegetación esclerófila de *Cisto-Lavanduletalia*

2270 Dunas con bosques de *Pinus pinea* y/o *Pinus pinaster* (*)

Cuadro 3.6. Breve descripción de los tipos de hábitats correspondientes a dunas activas y dunas activas que fueron fijadas con plantaciones de pinos.

21 Dunas marítimas de las costas atlánticas

2110 Dunas móviles embrionarias

Formaciones vegetales herbáceas perennes que representan el primer estadio de construcción dunar. Se forman en elevaciones de superficies de arena en la playa seca o en la banda delantera del primer cordón dunar. Se localizan en las costas de todas las comunidades autónomas costeras (en Canarias, sólo en Lanzarote y Fuerteventura).

La especie más común es la gramínea *Elymus farctus* (subespecie, *E. farctus subsp. farctus*, en costas mediterráneas, y *E. farctus subsp. boreo-atlanticus* en costas atlánticas). Son comunidades pobres en especies, entre las que pueden aparecer *Honckenya peploides*, *Euphorbia paralias*, *Eryngium maritimum*, *Pancratium maritimum*, *Euphorbia peplis*, *Otanthus maritimus*, *Medicago marina* o *Calystegia soldanella*. En Canarias, domina *Cyperus capitatus* con *Euphorbia paralias*, *Polygonum maritimum*, *Polycarpha nivea*, etc.

2120 Dunas móviles de litoral con *Ammophila arenaria* (dunas blancas)

Formaciones vegetales de herbáceas perennes de dunas móviles que forman el primer cordón o cordones de un sistema dunar costero. Se localizan en las costas de todas las comunidades autónomas costeras.

Se corresponde con comunidades de plantas dominadas por *Ammophila arenaria*, a la que acompañan especies psammofílicas como *Eryngium maritimum*, *Euphorbia paralias*, *Calystegia soldanella*, *Otanthus maritimus*, *Leymus arenarius*, *Echinophora spinosa*, *Euphorbia paralias*, *Medicago marina*, *Anthemis maritima*. En Canarias no aparece *Ammophila arenaria* y la comunidad está formada por especies como *Zygophyllum fontanesii*, *Euphorbia paralias*, *Polycarpha nivea*, *Cyperus capitatus*, *Ononis natrix*, **Convolvulus caput-medusae*, *Polygonum maritimum*, **Androcymbium psammophilum*.

2130 Dunas costeras fijas con vegetación herbácea (dunas grises) (*)

Dunas fijas, estabilizadas y colonizadas por un pastizal más o menos cerrado y pequeños arbustos aislados. Puede presentar abundante cubierta de líquenes y musgos. Hábitat presente en las costas arenosas atlánticas y Canarias (Lanzarote y Fuerteventura).

En las costas cantábricas, este tipo de hábitat es poco frecuente, con *Crucianella maritima*, *Helichrysum stoechas*, *Koeleria glauca*, *Sporobolus arenarius*, *Carex arenaria*, etc. Entre Galicia y Cádiz, la comunidad está dominada por *Armeria pungens* y *A. welwitschii*, acompañadas por *Crucianella maritima* y otras como *Iberis procumbens*, *Thymus carnosus*, *Echium gaditanum*, *Jasione lusitanica*, *Helichrysum italicum* subsp. *serotinum*, *Artemisia crithmifolia*, etc. En Canarias, estas dunas están presididas por *Traganum moquinii* o *Zygophyllum fontanesii*, acompañadas por otras especies como *Lottus lancerottensis*, *Androcymbium psammophilum* y *Convolvulus caput-medusae*.

22 Dunas marítimas de las costas mediterráneas

2210 Dunas fijas de litoral del *Crucianellion maritimae*

Dunas terciarias o grises de las costas mediterráneas con escasa movilidad de sustrato, cubiertas por una vegetación de porte bajo. Este tipo de hábitat se localiza en todas las comunidades autónomas de la costa mediterránea.

Las especies características de esta formación vegetal son *Crucianella marítima* y *Pancretium maritimum*. Con ella, pueden crecer otros pequeños arbustos o matas, como *Ononis natrix* subsp. *ramosissima*, *Helichrysum italicum*, *Teucrium dunense* (sureste ibérico), *Scrophularia ramosissima* (Baleares), *Ambrosia maritima*, etc., además de otras especies características de arenales costeros como *Lotus creticus*, *Eryngium maritimum*, *Calystegia soldanella*, etc.

2230 Dunas con céspedes del *Malcomietalia*

Comunidades vegetales anuales de desarrollo primaveral efímero, que colonizan los claros existentes entre la vegetación leñosa de las dunas. Este tipo de hábitat se encuentra en todas las comunidades autónomas mediterráneas, suroeste de Andalucía y Galicia.

Entre las especies que forman estas comunidades destacan las de los géneros *Linaria*, con especies como *L. pedunculata*, *L. munbyana*, *L. tursica*; *Silene*, con *S. littorea*, *S. gaditana*, *S. gracilis*, *S. cambessedesii*, etc.; y *Ononis*, con *O. cossoniana*, *Ononis baetica*, *Ononis broteriana*, etc. Otras especies de interés son *Loeflingia baetica*, *Maresia nana*, *Hedypnois arenaria*, *Malcolmia ramosissima*, *M. littorea*, *Anthyllis hamosa*, *Lophochloa salzmannii*, *Trisetaria dufourei*, *Vulpia fontquerana*, etc.

2250 Dunas litorales con *Juniperus* spp. (*)

Dunas estabilizadas del interior del sistema dunar, cubiertas con vegetación madura de porte arbustivo alto dominada por variantes costeras de enebro y sabina (*Juniperus*). Este tipo de hábitat se distribuye por todas las comunidades autónomas de la costa mediterránea y el Golfo de Cádiz.

Las especies características de estas comunidades son *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa*, cuyas formaciones, en las que es dominante, reciben el nombre de enebrales, y *J. phoenicea* subsp. *turbinata*, que forma los sabinars. En las costas atlánticas (incluida Galicia), este hábitat está asociado con la presencia de especies de matorral dunar como *Corema album* y *Halimium halimifolium*.

2270 Dunas con bosques de *Pinus pinea* y/o *Pinus pinaster* (*)

Dunas estabilizadas del interior del sistema dunar, cubiertas con pinos, como *Pinus pinea*, *P. pinaster* o *P. halepensis*, derivados de repoblaciones realizadas entre los siglos XIX y mediados del XX. Estas formaciones se encuentran en el Golfo de Cádiz, Comunidad Valenciana y Cataluña.

Especies exóticas

El término “especie exótica” se refiere a las especies que no son propias de la flora de una región o zona determinada y que han sido introducidas por acción del hombre. La palabra exótica cuenta con una serie de sinónimos como por ejemplo, alóctona, xenófita, neófita, foránea o no nativa, entre otros. Las introducciones de estas especies pueden producirse bien por acción humana directa, realizadas de forma consciente y con fines determinados, o bien indirecta, es decir, de forma involuntaria pero siempre mediadas por agentes humanos.

Las introducciones de especies exóticas se han producido a lo largo de toda la Historia del hombre, pero es desde principios del siglo XX y sobre todo, en las últimas décadas, cuando las introducciones se han incrementado de forma exponencial. La presencia de especies exóticas en ecosistemas humanizados, naturales y seminaturales forma parte de un fenómeno global de homogeneización de la biosfera.

Además, las especies exóticas, al naturalizarse, pueden alterar las características estructurales y funcionales de los ecosistemas naturales y seminaturales, en ese caso se denominan especies invasoras. Su establecimiento y expansión suele poner en peligro a determinadas especies y procesos de los ecosistemas, pudiendo a su vez causar numerosos inconvenientes relacionados con la economía y salud humana.





Foto 3.8. *Carpobrotus edulis*, especie exótica invasora sudafricana.



Foto 3.9. *Oenothera drummondii*, especie exótica invasora norteamericana.



Foto 3.10. Ajardinamiento con especies exóticas en Tres Piedras. Chipiona (Cádiz).

Sin embargo, no todas las especies exóticas pueden convertirse en invasoras (5-20%), ni todos los hábitats o ecosistemas son igualmente susceptibles de ser invadidos. El carácter invasor de una especie vendrá dado, principalmente, por la posibilidad de dispersión de propágulos, capacidad competitiva y predación limitada. La invasibilidad de los ecosistemas está relacionada directamente con el tipo, frecuencia e intensidad de las perturbaciones y con características estructurales (diversidad) de las comunidades nativas (Davis *et al.*, 2000; Orians, 1980; Mack and D'Antonio, 1998).

Las zonas litorales son las que soportan un mayor número de especies exóticas estando, por tanto, más expuestas a futuras invasiones. Los ecosistemas dunares costeros son altamente dinámicos, sobre todo hábitats de playa seca y duna activa, con una elevada superficie desprovista de vegetación y sometidos a un amplio conjunto de condiciones ambientales muy restrictivas. Esta situación hace que los ecosistemas dunares sean susceptibles de ser invadidos por especies exóticas de carácter primocolonizador que ocupan los espacios abiertos.

Las especies invasoras suelen ser bien de ciclo de vida corto, anuales, formando en pocos años un importante banco de semillas que asegura su permanencia y expansión (*Arctotheca calendula*, *Oenothera drummondii*), o bien especies de más lento crecimiento, herbáceas perennes, que por medio de rizomas y estolones, además de formar bancos de semillas, permiten una efectiva supervivencia y expansión de las poblaciones (*Carpobrotus edulis*) (Campos *et al.*, 2004).

La elevada presión humana sobre las zonas litorales, resultado del desarrollo turístico de sol y playa de los últimos treinta-cuarenta años, es una de las principales causas de la introducción de especies exóticas en sistemas dunares activos (van der Meulen and Salman, 1996). La construcción de urbanizaciones, infraestructuras de uso público y el elevado flujo de personas, sobre todo en los meses estivales, asegura la continua entrada de propágulos de especies foráneas y la existencia de áreas perturbadas (pisoteo, cambio de estructura del suelo y enriquecimiento en nutrientes,...), donde estas especies pueden instalarse y expandirse. Consecuencia también de la presión turística, es la proliferación de zonas ajardinadas construidas sobre los sistemas dunares o en áreas cercanas, con objetivos estéticos y/o de

protección frente a la erosión marina. Estos jardines suelen estar formados por especies exóticas, algunas de ellas potencialmente invasoras (Gallego Fernández *et al.*, 2006).

La presencia de especies exóticas sobre las dunas costeras depende de la intensidad de la presión humana que soportan. En general, el número y abundancia de estas especies introducidas están relacionados con las intervenciones de gestión del sistema dunar realizadas en el pasado y en la actualidad. Los objetivos de las introducciones han estado relacionados con intervenciones para el control de la erosión, la estabilización dunar y motivos estéticos (normalmente en playas y sistemas dunares urbanos).

Las especies introducidas han sido tanto herbáceas como leñosas. Cabe destacar que la especie exótica más frecuentemente utilizada por los gestores de costas en España ha sido *Carpobrotus edulis* (uña de león). Su introducción se ha realizado a lo largo de todo el siglo XX y, aún en los primeros años del XXI ha sido plantada en numerosos sistemas dunares.

Actualmente, no existen datos a nivel nacional sobre la abundancia de especies exóticas en los sistemas dunares españoles. Tras una revisión bibliográfica de la literatura científica existente, sólo se han encontrado tres trabajos que permiten tener estimaciones de la incidencia de estas especies en las costas españolas.

Campos *et al.*, (2004) estudiaron la flora exótica de Cantabria y País Vasco, y si bien no ofrecen datos de presencia relativa de especies exóticas, sí alertan sobre el elevado número de estas especies existentes en esta zona costera de acantilados, dunas y marismas.

A su vez, Sobrino *et al.*, (2002) detectaron la presencia de un 20% de especies exóticas en la zona litoral de Rieras Baix Camp en Tarragona.

El único trabajo específico de dunas costeras es el de Gallego-Fernández *et al.*, (2006b). Estos autores analizan la vegetación exótica presente en cinco sistemas dunares de Cádiz, sobre unas 875 ha de superficie. De las 331 especies registradas, 27 fueron exóticas (8,2%), de las que doce pueden ser consideradas invasoras. La presencia de exóticas varió según el sistema dunar estudiado, registrándose el mayor porcentaje de estas especies en el



Foto 3.11. *Opuntia tuna* (chumbera) sobre dunas.

sistema dunar de Tres Piedras (Chipiona), con un 25,3% de la flora total. Esta elevada proporción es consecuencia del acusado nivel de degradación ambiental de este sistema dunar semiurbano, donde una importante proporción de la superficie de las dunas ha sido tradicionalmente ajardinada y presenta una gran presión turística. Los otros sistemas dunares, todos ellos total o parcialmente protegidos por la legislación ambiental andaluza, presentaron valores similares de presencia de exóticas (7-8,9%). El valor más bajo se registró en el sistema dunar de Valdevaqueros (Tarifa), con sólo un 4,3% de flora exótica.

En la Tabla 3.7. se muestran las veintinueve especies exóticas registradas en zonas dunares costeras del norte y sur de España (Campos *et al.*, 2004; Gallego Fernández *et al.*, 2006).

La erradicación de especies exóticas invasoras de los ecosistemas naturales, en general, y de los sistemas dunares, en particular, es una de las asignaturas pendientes en la gestión para la conservación y restauración. Debido a su impacto real o potencial sobre la biodiversidad autóctona y los procesos de los ecosistemas, toda especie exótica debe ser eliminada mediante un plan de erradicación sostenido en el tiempo y en el espacio. Actualmente, es frecuente que la administración estatal o autonómica y asociaciones ciudadanas de protección de la naturaleza acometan actuaciones de erradicación de estas especies. Sin embargo, estas actuaciones suelen ser puntuales, sin continuidad temporal y escasa amplitud espacial, centradas en una o dos especies exóticas (normalmente *Carpobrotus edulis*), y en la mayor parte de los casos, restringidas a espacios naturales protegidos.

Tabla 3.7. Especies exóticas registradas en dunas costeras activas en diferentes estudios realizados en el País Vasco y Andalucía (Campos et al., 2004; Gallego Fernández et al., 2006).

	PAÍS VASCO	GOLFO DE CÁDIZ
<i>Acacia retinoides</i>		+
<i>Agave americana</i>		+
<i>Aloe vera</i>	+	
<i>Arctotheca calendula</i>	+	+
<i>Arundo donax</i>	+	+
<i>Baccharis halimifolia</i>	+	
<i>Carpobrotus edulis</i>	+	+
<i>Centranthus ruber</i>	+	
<i>Conyza bonariensis</i>	+	
<i>Conyza sumatrensis</i>	+	
<i>Eucalyptus globulus</i>		+
<i>Euphorbia polygonifolia</i>	+	
<i>Lobularia maritima</i>	+	
<i>Myoporum acuminatum</i>		+
<i>Nicotiana glauca</i>		+
<i>Oenothera drummondii</i>	+	+
<i>Oenothera glazioviana</i>	+	
<i>Oenothera gr. biennis</i>	+	
<i>Oenothera x fallax</i>	+	
<i>Opuntia tuna</i>		+
<i>Oxalis pes-caprae</i>		+
<i>Paspalum vaginatum</i>	+	
<i>Pittosporum tobira</i>	+	
<i>Solanum Sodomeum</i>		+
<i>Spartina patens</i>	+	
<i>Stenotaphrum secundatum</i>	+	
<i>Tetragonia tetragonioides</i>	+	
<i>Yucca gloriosa</i>	+	
<i>Yucca sp.</i>		+