

## ENEBRALES COSTEROS GADITANOS. II. COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD

JOSÉ CARLOS MUÑOZ REINOSO Y YOLANDA HERNÁNDEZ GALLEGO

Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Sevilla.

Apdo. 1095. 41080-Sevilla. E-mail: reinoso@us.es

### RESUMEN

---

Se ha estudiado la composición de leñosas y la diversidad de los enebrales costeros gaditanos. Éstos están caracterizados por la presencia de especies como *Calicotome villosa*, *Chamaerops humilis*, *Cistus albidus*, *Clematis flammula*, *Ononis natrix*, *Rhamnus alaternus*, *R. oleoides*, *Ruscus aculeatus*, *Sedum sediforme*, *Sideritis arborescens*, *Smilax aspera*, *Teucrium lusitanicum* y *Thymelaea hirsuta*, que permiten distinguir las poblaciones a lo largo del litoral. En cuanto a la diversidad, las comunidades de los acantilados son más diversas que las de los sistemas dunares y las repoblaciones de pinos. Entre estas últimas el manejo de los árboles y el sotobosque producen situaciones contrastadas. Los enebrales costeros están sometidos a condiciones ambientales muy duras, que hacen que tanto la cobertura vegetal como la diversidad sean bajas. La elevación de la costa y la plantación de pinos reducen la movilidad del sustrato y el depósito de espray salino, lo que produce un cambio en la composición de especies y, en general, un aumento de la diversidad.

### INTRODUCCIÓN

---

La diversidad biológica de un ecosistema es el resultado de su funcionamiento a lo largo del tiempo, y está marcada por interacciones bióticas y abióticas. La diversidad biológica puede entenderse como la expresión sintética de propiedades relacionadas con el origen e historia de los ecosistemas y con su organización y funcionamiento actuales (Montalvo *et al.* 1991). La diversidad sería pues una medida de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas.

Los enebrales costeros son ecosistemas vulnerables debido a su posición extrema (Gehu 1993), soportando los efectos del viento, la sequía, la sal, la erosión y el pH (Crawford 1989, Brown & McLachlan 1990). Bajo tales condiciones ambientales, la cobertura y la diversidad vegetal tienden a ser bajas (Goldstein *et al.* 1996). Por otro lado, los valores de diversidad de los ecosistemas "naturales" mediterráneos están influidos por intervenciones antrópicas antiguas

(van der Maarel 1988). Sin embargo, puede suponerse una mayor naturalidad en ecosistemas relativamente recientes y poco intervenidos, los cuales pueden ser considerados como situaciones naturales de referencia (*sensu* Tekke & Salman 1995). La comparación de ecosistemas con distintos grados de perturbación permite abordar los mecanismos que inducen diferencias observables en diversidad. En este contexto se han calculado los valores de diversidad para las poblaciones más relevantes de enebro marítimo del litoral gaditano.

### MATERIAL Y MÉTODOS

#### *Composición*

La composición de los enebrales costeros gaditanos se ha estudiado en 37 parcelas de 0,1 ha (20 x 50 m<sup>2</sup>) con el eje longitudinal paralelo a la línea de costa, localizadas en las distintas poblaciones. En algunas poblaciones se han distingui-

do varias zonas de acuerdo con la fisionomía de la vegetación y el manejo. En cada parcela se ha registrado la composición de especies leñosas, juncos y cañas. Solo las especies que aparecían en más del 5% de las parcelas fueron incluidas en los análisis, no siendo incluido el enebro debido a su presencia en todas ellas. Finalmente se construyó una matriz con 37 parcelas y 51 especies. Los datos fueron analizados mediante técnicas de ordenación (Análisis de Correspondencias, CA) y de clasificación (usando la distancia de Ochiai).

### Diversidad

Para el análisis de diversidad se eligieron diez sitios a lo largo del litoral gaditano de acuerdo con la fisiografía costera, el manejo y la fisionomía de la vegetación. En 34 de las anteriormente referidas 37 parcelas se estimó la cobertura lineal de las especies leñosas a lo largo del eje mayor de las mismas. La cobertura relativa de cada especie, calculada a partir de la cobertura total excluyendo el suelo, fue usada para calcular los valores de diversidad. En los pinares de repoblación solo se consideró la cobertura del sotobosque.

Como índices de diversidad se han utilizado la abundancia específica estimada como el número de especies presentes en la parcela de 20 m x 50 m ( $S$ ), el número de especies interceptadas en 50 m lineales ( $S'$ ), el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y la dominancia de Simpson ( $C$ ) de acuerdo con las siguientes fórmulas:

El índice de Shannon-Wiener:

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$$

El índice de Simpson:

$$C = \sum p_i^2$$

donde  $p_i$  es la contribución de cada especie  $i$  a la cobertura total.

Se han calculado los valores de diversidad para cada parcela, agrupándose posteriormente por poblaciones, y por zonas dentro de estas.

## RESULTADOS

### Composición

La Fig. 1 muestra el resultado del Análisis de Correspondencias. El primer eje absorbe un 13.2% de la varianza y parece representar un gradiente de disponibilidad de agua, con las parcelas de las dunas de Punta Paloma, caracterizadas por *Arundo donax*, *Scirpus holoschoenus*, *Schoenus nigricans*, *Tamus communis* and *Anthirrinum majus* en el extremo positivo. En el extremo negativo parecen las parcelas del acantilado de La Breña y Cabo de Gracia, con especies como *Fumana thymifolia*, *Cistus albidus* and *Anthyllis cytisoides*. El segundo eje absorbe un 11% de la varianza y parece representar un gradiente de granulometría. Las parcelas sobre dunas y mantos eólicos, tales como Punta Paloma y las dunas móviles de La Breña, aparecen en la parte negativa. En la positiva aparecen parcelas en suelos menos arenosos, como los acantilados de Conil, con *Calicotome villosa*, *Cistus crispus*, *C. ladani-fer* y *Calluna vulgaris*.

Cuatro grupos pueden ser considerados en el análisis de clasificación de las parcelas de Cádiz (Fig. 2). El primer grupo incluye las parcelas sobre las dunas móviles de La Breña, caracterizadas por *Sideritis arborescens*, *Rhamnus alaternus* y *Armeria pungens*. El segundo grupo estaría compuesto por las parcelas de Punta Paloma, con *Ammophila arenaria*, *Scirpus holoschoenus* y *Ononis natrix*. En el tercer grupo aparecen las parcelas de la costa de Chiclana y Conil y las parcelas de Cabo Trafalgar. Las primeras estarían caracterizadas por la presencia de *Calicotome villosa* y *Teucrium lusitanicum*. Dentro de este grupo es posible distinguir las parcelas sobre sistemas dunares, con *Ammophila arenaria* y *Halimium commutatum*, de las parcelas sobre acantilados, caracterizadas por la presencia de *Cistus crispus*, *Smilax aspera* y *Globularia alypum*. Finalmente, el cuarto grupo estaría compuesto por las parcelas del pinar de repoblación de La Breña y las parcelas de la Sierra de la Plata (Cabo de Gracia y Punta Camarinal). La parcelas

de la repoblación de La Breña estarían caracterizadas por *Ruta* sp., *Ruscus aculeatus*, *Cistus albidus*, *Quercus coccifera* y *Clematis flammula*, mientras que Cabo de Gracia y Punta Camarinal estarían caracterizados por la presencia de *Corema album*.

#### Diversidad

La Tabla 1 muestra los datos de diversidad de los distintos sitios ordenados por el tipo de hábitat y el índice de diversidad de Shannon. Como puede observarse, en conjunto, las comunidades de enebro marítimo que se localizan sobre los acantilados son las más ricas (mayor número de especies leñosas), las más diversas (valores para el índice de Shannon superiores a 2.5) y con un buen reparto de especies que le confiere valores bajos de dominancia (0.2). Los acantilados son más diversos que dunas-acantilados bajos y pinares de repoblación. Sin embargo, entre estos últimos cabe destacar el pinar de repoblación de La Breña, con valores altos de riqueza ( $S= 10.2$ ) y diversidad Shannon (2.5), y baja dominancia (0.2).

## DISCUSIÓN

Las comunidades de los enebrales costeros de Cádiz están caracterizados por especies como *Calicotome villosa*, *Chamaerops humilis*, *Cistus albidus*, *Clematis flammula*, *Ononis natrix*, *Rhamnus alaternus*, *R. oleoides*, *Ruscus aculeatus*, *Sedum sediforme*, *Sideritis arborescens*, *Smilax aspera*, *Teucrium lusitanicum* y *Thymelaea hirsuta*, la mayoría de las cuales están ausentes de las comunidades onubenses (Muñoz Reinoso, no publicado). Estas diferencias son debidas a diferencias en factores como la precipitación (que aumenta de oeste a este), la composición de los sustratos (que pasan de ser silíceos a ricos en carbonatos) y la fisiografía costera (que pasa de deposicional a erosiva). Dentro del dendrograma de las parcelas de Cádiz éstas aparecen agrupadas por sitios, mostrando estas diferencias a lo largo de la costa.

Los enebrales sobre sistemas dunares son ecosistemas abiertos, con un matorral de baja cobertura, baja diversidad y baja riqueza específica. Un ejemplo representativo es el enebro de La Barrosa (Chiclana). Existe una moderada movilidad del sustrato y la vegetación está compuesta por especies como *Ammophila arenaria*, *Helichrysum picardii*, *Armeria pungens* y *Corema album* entre otras. Los enebrales costeros sobre dunas presentan valores de diversidad relativamente más bajos probablemente debido al intenso efecto de factores como la movilidad del sustrato y el espray salino sobre los ecosistemas dunares (Crawford 1989; Brown & McLachlan 1990). Sin embargo, en los acantilados el estrés ambiental causado por el espray salino es reducido debido a la elevación de la costa (Barbour 1978, Crawford 1989), y consecuentemente la composición de especies es diferente y está controlada principalmente por la litología y el clima.

Los enebrales que se desarrollan sobre acantilados presentan mayores coberturas y mayor riqueza específica. Los individuos crecen con portes achaparrados tapizando los taludes y cárcavas del acantilado, no penetrando hacia el interior más de unos metros. Ejemplos representativos de enebrales sobre este tipo de acantilados serían los enebrales de los acantilados de Chiclana. En otras ocasiones, una vez coronado el acantilado los enebros pueden penetrar hacia el interior apareciendo en distintas condiciones, como en la Urbanización de Roche, P.N. de La Breña, Punta Camarinal o Punta Paloma. Los acantilados de Cádiz muestran una vegetación mélica, con *Chamaerops humilis*, *Rhamnus lycioides*, *Phillyrea angustifolia*, *Olea europaea* y *Quercus coccifera* entre otras especies.

Las repoblaciones tienen importantes efectos sobre el paisaje, la geomorfología, los suelos (Tekke and Salman 1995), afectando también a la composición y la diversidad de los enebrales costeros. Estos albergan especies vegetales amenazadas y de interés (Sánchez 2000), tales como *Sideritis arborescens* y *Corema album*, las cuales

no suelen aparecer en las repoblaciones. Los enebrales bajo pinares de repoblación aparecen tanto sobre sistemas dunares como sobre la plataforma de los acantilados. Las arenas han sido estabilizadas por la plantación de pinos *Pinus pinea* y retama *Retama monosperma*, y en el matorral destaca la presencia de *Juniperus phoenicea*, *Rosmarinus officinalis* y *Halimium halimifolium*, con muy pocas especies herbáceas.

Entre las comunidades con pinos, los valores de diversidad (Tabla 1) parecen correlacionados con el manejo de los árboles y del sotobosque. Así, en el pinar de La Breña, donde los pinos son manejados para la producción de piña y la explotación maderera, y el enebro marítimo es favorecido frente a otras especies, se observan valores de diversidad altos. Sin embargo, las altas densidades de pinos de escaso porte son los responsables de los bajos valores de diversidad de Punta Paloma.

Dado su estado de amenaza (Anon. 1992, Hernández Bermejo & Clemente Muñoz 1994, Anon. 1999, Anon. 2000), la recuperación de

repoblaciones costeras parece una estrategia de manejo necesaria para conservar los bosques de enebro marítimo del litoral atlántico andaluz. Considerando los enebrales sobre dunas como situaciones naturales de referencia (Tekke & Salman 1995) los resultados sugieren que el manejo de pinares costeros debe enfocarse hacia la restauración de comunidades vegetales originales de dichos ecosistemas. Aclarando los pinares puede conseguirse una moderada movilidad del sustrato y un mayor efecto del espray salino sobre la comunidad vegetal, favoreciéndose las especies tolerantes al estrés producido por el impacto del ecosistema marino sobre la costa. En cualquier caso, sería necesario estudiar cada situación individualmente para evitar removilización de arenas no deseadas.

#### AGRADECIMIENTOS

La Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y el Parque Natural de Doñana financiaron este estudio (Proyecto 54797M00).

#### BIBLIOGRAFÍA

- ANON. (1992). Council Directive 92/43/EEC on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. *Official J. European Community* 35.
- ANON. (1999). *Libro Rojo de la Flora Silvestre Amenazada de Andalucía. Tomo I: Especies en Peligro de extinción*. Consejería de Medio Ambiente. Junta Andalucía.
- ANON. (2000). Lista Roja de Flora Vascular Española (valoración según categorías UICN). *Conservación Vegetal* 6: 11-38.
- BARBOUR, M.G. (1978). Salt spray as a micro-environmental factor in the distribution of beach plants at Point Reyes, California. *Oecologia* 32, 213-224.
- BROWN, A.C., MCLACHLAN, A. (1990). *Ecology of sandy shores*. Elsevier, Amsterdam.
- CRAWFORD, R.M.M. (1989). *Studies in plant survival. Ecological case histories of plant adaptation to adversity*. Blackwell, Oxford.
- GEHU, J.M. (1993). The coastal woodlands of Europe. En: Tekke, R., Salman, A. (Eds.), *Coastal dune woodlands along the Atlantic & North Sea shores*. EUCC Internal report series 4, Leiden, pp. 6-16.
- GOLDSTEIN, G., DRAKE, D.R., ALPHA, C., MELCHER, P., HERAUX, J., AZOCAR, A. (1996). Growth and photosynthetic responses of *Scaveola sericea*, a hawaiian coastal shrub, to substrate salinity and salt spray. *Int. J. Plant Sci.* 157: 171-179.
- HERNÁNDEZ BERMEJO, J.E., CLEMENTE MUÑOZ, M. (1994). *Protección de la Flora en Andalucía*. Agencia de Medio Ambiente. Junta de Andalucía, Sevilla.

MONTALVO, J., RAMÍREZ-SANZ, L., LEVASSOR, C., CASADO, M.A., PINEDA, F.D. (1991). Patrones de diversidad específica y fenotípica. En: Pineda, F.D., Casado, M.A., de Miguel, J.M., Montalvo, J. (eds.), *Diversidad biológica-Biological diversity*. Fund. Ramón Areces-WWF-SCOPE. Madrid, pp. 117-120.

SÁNCHEZ, I. (2000). *Flora amenazada del litoral gaditano*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Diputación de Cádiz.

TEKKE, R.M.H., SALMAN, A.H.P.M. (1995). Coastal woodlands, forestry and conservation along the Atlantic and North Sea shores. En: Salman, A.H.P.M., Berends, H., Bonanzoutas, M. (eds.), *Coastal management and conservation*. EUCC, Leiden, pp. 396-409.

VAN DER MAAREL, E. (1988). Vegetation dynamics: patterns in time and space. *Vegetatio* 77: 7-

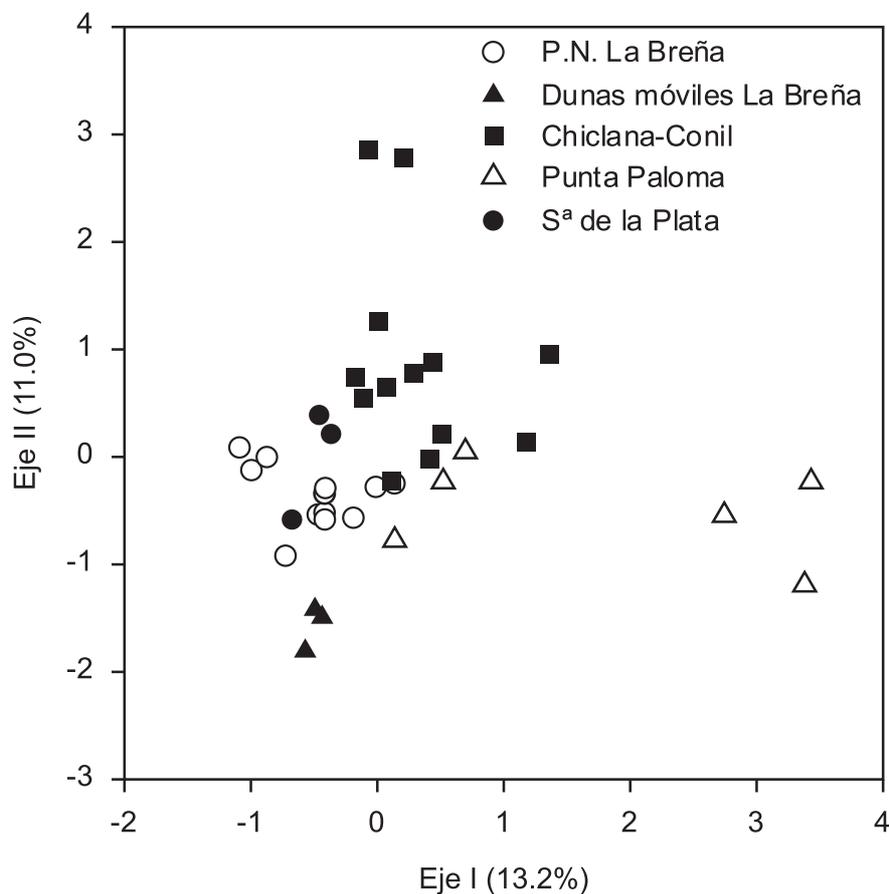
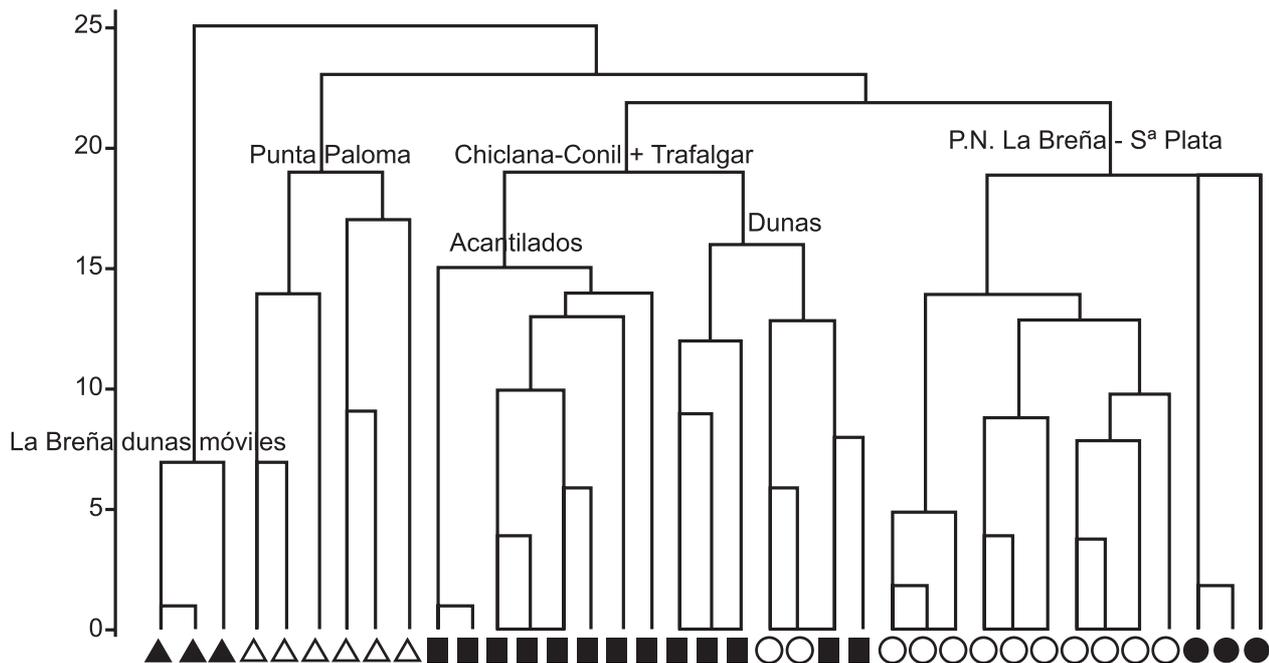


Fig. 1. Análisis de Correspondencias de los datos de presencia-ausencia de las comunidades de enebro marítimo de la provincia de Cádiz.



19. Fig. 2. Análisis de clasificación de los enebrales gaditanos. Símbolos como en la Fig. 1.

	S	S'	H'	C
<i>Acantilados</i>				
La Breña	21.7 + 0.9	18.0 + 1.6	3.1 + 0.3	0.2 + 0.0
Sª de la Plata	17.7 + 2.1	12.3 + 1.7	2.9 + 0.2	0.2 + 0.0
Roche	17.6 + 3.0	11.8 + 1.2	2.7 + 0.2	0.2 + 0.0
<i>Dunas y acantilados bajos</i>				
La Loma de Sancti-Petri	10.3 + 1.2	7.3 + 1.7	2.2 + 0.2	0.3 + 0.0
Cabo Trafalgar	10.0 + 1.0	7.0 + 1.0	2.2 + 0.4	0.3 + 0.1
Dunas NE de La Breña	15.8 + 2.9	7.8 + 2.4	2.0 + 0.3	0.3 + 0.1
Punta Paloma	10.8 + 4.2	7.8 + 2.5	1.9 + 0.3	0.3 + 0.1
La Barrosa	12.7 + 3.9	7.3 + 1.9	1.7 + 0.4	0.4 + 0.1
<i>Repoblaciones</i>				
La Breña	16.4 + 3.3	10.2 + 1.2	2.5 + 0.4	0.2 + 0.1
Punta Paloma	7.5 + 2.5	4.0 + 2.0	1.4 + 0.4	0.4 + 0.1

Tabla 1. Valores medios de diversidad (media  $\pm$  error estándar) para los sitios muestreados ordenados por hábitats (acantilados, dunas y repoblaciones) y el índice de diversidad de Shannon.