

ENEBRALES COSTEROS EN ANDALUCÍA (SO ESPAÑA)

Muñoz Reinoso, J.C.

Dpto. Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Sevilla. Apdo. 1095. 41080-Sevilla. E-mail: reinoso@us.es

Resumen Los bosques de enebro marítimo *Juniperus oxycedrus* subsp *macrocarpa* (Sibth. & Sm.) Ball representan la etapa madura de los ecosistemas costeros mediterráneos. En Andalucía (SO España) todavía se conservan restos de estos bosques en el Golfo de Cádiz. Se ha estudiado la ecología y estado biológico de sus poblaciones como base para futuras investigaciones y políticas de restauración. En este trabajo se sintetizan parte de estos resultados y se comentan los datos más recientes. Se ha estimado una población total de unos 25.000 individuos, un 93.6% de los cuales se concentran en solo tres poblaciones. Las comunidades de enebro marítimo están sometidas a duras condiciones ambientales estando su composición vegetal controlada por distintos factores a diferentes escalas. Entre las poblaciones andaluzas de enebro pueden distinguirse enebrales sobre dunas, enebrales sobre acantilados y enebrales como sotobosque de pinares de repoblación. Los primeros son formaciones abiertas, con baja cobertura de matorral, baja diversidad, baja riqueza específica y altas tasas de reclutamiento. Los segundos presentan mayores coberturas y riqueza pero menor reclutamiento. Los enebrales como sotobosque presentan una importante variabilidad interna debido a diferencias de manejo de la repoblación, caracterizándose en general por la ausencia de reclutamiento.

Palabras clave: *Juniperus oxycedrus* subsp *macrocarpa*, conservación, diversidad, factores ambientales, reclutamiento, sex-ratio.

MARITIME JUNIPER WOODLANDS IN ANDALUSIA (SW SPAIN)

Abstract Maritime juniper *Juniperus oxycedrus* L. subsp *macrocarpa* (Sibth. & Sm.) Ball woodlands represent the mature ecosystem on the Mediterranean coasts. In Andalusia (SW Spain), along the Gulf of Cadiz, remnants of those woodlands still exist. Their ecology and biological status, as a basis for future research and management practices, have been studied. This work summarizes these results and comments the latest data. The population of maritime juniper was estimated in ca. 25.000 individuals, of which 93.6% are concentrated in only three locations. Juniper communities are subject to harsh conditions, the plant composition being controlled by several factors at different scales. Among those populations juniper communities on sandy dunes, juniper communities on cliffs, and juniper communities within pine plantations may be distinguished. The first ones are open communities, with low plant cover, low diversity, low species richness and high recruitment rates. The second ones had higher plant cover and diversity but lower recruitment rates. Juniper communities under pine plantations showed a high variability due to management practices, being characterized by a lack of recruitment.

Keywords: *Juniperus oxycedrus* subsp *macrocarpa*, conservation, diversity, physical environment, recruitment, sex-ratios.

PEUPELEMENTS DE GENÉVRIER À BAIES DE L'ANDALOUSIE (S-O DE L'ESPAGNE)

Résumé Les forêts de genévrier à baies *Juniperus oxycedrus* subsp *macrocarpa* (Sibth. & Sm.) Ball représentent la phase mûre des écosystèmes côtiers méditerranéens. Pendant les derniers siècles, ces forêts ont été détruites presque entièrement à cause des étalages, des cultures, des repeuplements et des urbanisations. Andalousie (S-O de l'Espagne) conserve encore des restes de ces forêts au golfe de Cadix, où l'écologie a été étudiée, ainsi que l'état biologique des peuplements en tant que base pour les futures recherches et politiques de restauration.

Une population de quelques 25.000 individus a été estimée, soit 93,6% concentrés en trois populations seulement. Les communautés de genévrier à baies sont soumises à des fortes conditions de l'environnement. Leur composition végétale est contrôlée par différents facteurs à diverses échelles. Parmi les peuplements andalous de genévrier, on peut distinguer des genévriers sur des dunes, des genévriers sur des falaises et des genévriers en tant que sous-bois de pinèdes de repeuplement. Les premiers sont des formations ouvertes avec une faible couverture de fourré, une faible densité, une faible richesse spécifique et des hautes taxes de recrutement. Les deuxièmes présentent des plus amples couvertures et richesse, mais un recrutement moins important. Les genévriers en tant que sous-bois présentent une importante variabilité interne due aux différences d'usage du repeuplement ; en général, il y est caractéristique l'absence de recrutement.

Mots clés: *Juniperus oxycedrus* subsp *macrocarpa*, conservation, diversité, facteurs de l'environnement, recrutement, sex-ratio.

INTRODUCCIÓN

Los bosques de enebro marítimo *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *macrocarpa* (Sibth. & Sm.) Ball representan la formación climática de dunas y acantilados costeros de la cuenca mediterránea. Estos bosques costeros son vulnerables y ecológicamente importantes en un ambiente que ha sido considerado tradicionalmente como un lugar para el desarrollo socioeconómico. Así, durante los últimos siglos estos bosques han sido prácticamente destruidos por talas, cultivos, repoblaciones y urbanizaciones. Este declive llevó a incluir al enebro marítimo en el Libro Rojo de la Flora Silvestre Amenazada de Andalucía como especie amenazada (ANON. 1999) y en la Lista Roja de la Flora Vascular Española como críticamente amenazada (ANON. 2000), estando sus hábitats incluidos en la Directiva de Hábitats europea (ANON. 1992).

La protección de los bosques costeros es una prioridad debido a sus funciones, tales como la conservación de la naturaleza, el recreo y la estabilización de la arena, y su vulnerabilidad (TEKKE & SALMAN 1995). Además de sus valores paisajísticos, los enebrales costeros albergan especies vegetales amenazadas y sus gálbulos constituyen una importante fuente de alimentación para zorros, tejones, jabalíes y conejos.

En este trabajo se sintetizan los resultados obtenidos sobre su ecología y estatus biológico como base para futuras investigaciones y políticas de gestión. Se presentan datos sobre su distribución en Andalucía, localizaciones, tamaños poblacionales, estructuras de edades y sex-ratios. Posteriormente, se analizan los factores ambientales que condicionan las diferencias en composición de los enebrales costeros andaluces y su diversidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Nueve poblaciones de enebro marítimo fueron identificadas a lo largo de la costa atlántica andaluza (Figura 1). De acuerdo con la fisiografía de la costa, el manejo y la fisionomía de la vegetación, en las distintas poblaciones se distinguieron distintas situaciones (sitios): enebrales sobre dunas, enebrales sobre acantilados y enebrales como sotobosques de las repoblaciones de pinos. En cada población se estimó el número de individuos, la estructura de edades-tamaños y la sex ratio.

Para estudiar el gradiente de variación en la vegetación y sus causas, en cada sitio se dispusieron entre 2 y 5 parcelas de 20x50 m² en las que se registró la presencia de especies leñosas (inventarios); se registraron un total de 68 especies. Los inventarios fueron agrupados por sitios. La relación entre las variables ambientales y la presencia de las especies fue examinada mediante un análisis canónico de correspondencias CCA (TER BRAAK 1987). Las especies que aparecieron en solo un sitio o en más del 90% de ellos fueron eliminadas del análisis. Finalmente se obtuvo una matriz con 24 sitios y 45 especies leñosas. Una matriz con diez variables ambientales (precipitación, temperatura del mes más cálido, pH y conductividad del suelo, textura, depósito de spray salino, contenido en carbonato cálcico y movilidad del sustrato) fue correlacionada con la matriz biótica. El porcentaje de arcilla mostró colinearidad y fue excluido del análisis. Los valores de spray salino, conductividad del suelo y contenido en carbonatos fueron transformados logarítmicamente. La significación del primer eje y de la *trace* fueron testados mediante el test de Monte Carlo (999 repeticiones).

En cada parcela se estimó la cobertura de las especies leñosas como su intercepción lineal a lo largo de un transecto de 50 m paralelo a la costa. Estos datos fueron utilizados para calcular distintos índices de diversidad (riqueza/parcela, riqueza/transecto, Shannon, dominancia de Simpson).

La nomenclatura de las plantas vasculares sigue a VALDÉS et al. (1987).

RESULTADOS

Tamaños poblacionales, reclutamiento y sex-ratios

En la costa atlántica andaluza se ha estimado una población de enebro marítimo de unos 25.000 individuos (Tabla 1), los cuales se concentran en el Parque Nacional de Doñana, el Parque Natural de La Breña y Marismas del Barbate, y a lo largo de la costa de Chiclana y Conil. Solo en Doñana y en La Breña los enebros penetran varios kilómetros hacia el interior. El resto de los individuos aparecen en poblaciones pequeñas (<50 individuos) o medianas (50-500 individuos) próximas a la orilla del mar.

Todas las poblaciones de Huelva a excepción de la del P.N. Doñana están compuestas por individuos adultos. En las dunas de Doñana los individuos adultos dominaban en los corrales húmedos y las repoblaciones de pinos. El resto de los lugares mostraron altos porcentajes de plántulas y juveniles. En El Inglesillo, el intenso ramoneo por los ciervos impide el crecimiento de los enebros, los cuales no llegan a reproducirse, por lo que fueron considerados como individuos juveniles.

Plántulas y juveniles evidenciando la regeneración natural fueron encontrados en todas las poblaciones de la provincia de Cádiz, aunque fueron raros en el cabo de Roche, el acantilado de la Breña y la repoblación de pinos de Punta Paloma. Al contrario que en las repoblaciones de Huelva, la repoblación del P.N. de La Breña mostró altas proporciones de individuos de las clases de edad inferiores. Los juveniles fueron también frecuentes en Cabo Trafalgar, Cabo de Gracia y Punta Camarinal. En Dulce Nombre los enebros son ramoneados intensamente y no llegan a producir gábulos.

La mayoría de las poblaciones mostraron una sex-ratio próxima a 1:1. Algunas poblaciones mostraron un número de individuos masculinos significativamente mayor que de individuos femeninos ($P < 0.05$). En el acantilado Mazagón-Matalascañas, El Inglesillo y Dulce Nombre fue prácticamente imposible determinar el sexo de los individuos por su inaccesibilidad, su pequeño tamaño o el intenso ramoneo.

Factores ambientales

La Figura 2 muestra los resultados del CCA. El primer eje explica un 14.5% de la variación de las especies y está significativamente correlacionado con las variables ambientales ($P = 0.02$ para el test de Monte Carlo). Su correlación fue alta y positiva con la temperatura del mes más cálido ($r = 0.74$) y el porcentaje de arenas ($r = 0.51$), y negativa con la conductividad del suelo ($r = -0.58$) y la precipitación ($r = -0.51$), asociándose a un gradiente climático y de textura de suelos. El segundo eje explicó un 8.7% de la varianza y mostró altas correlaciones con el pH del suelo ($r = -0.58$), el porcentaje de arenas ($r = -0.52$), el porcentaje de carbonatos ($r = -0.52$), la movilidad del sustrato ($r = -0.54$) y el porcentaje de limos ($r = 0.56$), asociándose a un gradiente de acidez y textura de suelos. El tercer eje explicó el 6.5% de la varianza y mostró altas correlaciones con el spray salino ($r = -0.59$) y la conductividad del suelo ($r = -0.55$), asociándose a un gradiente de deposición de spray salino. La *trace* también fue significativa ($P = 0.01$).

Riqueza de especies y diversidad

Las comunidades de enebros sobre acantilados (La Breña, S^a de la Plata, Mazagón, Roche, El Rompido) mostraron los mayores valores de riqueza y diversidad, y los menores de dominancia. Los menores valores de riqueza y diversidad, y los mayores de dominancia correspondieron a las comunidades sobre dunas. Entre las comunidades de enebro bajo repoblaciones de pinos, tanto los valores de riqueza como los de diversidad Shannon y dominancia variaron en un amplio intervalo.

DISCUSIÓN

Tamaños poblacionales, reclutamiento y sex-ratios

Las poblaciones de enebro marítimo de Andalucía son muy heterogéneas y están expuestas a distintos tipos de amenazas, pudiendo haber jugado la accesibilidad de la costa un papel diferencial en la conservación de las mismas. Como consecuencia de ello, la población de Huelva se concentra en un espacio protegido, mientras que a lo largo de la costa de Cádiz existen varias poblaciones importantes. El relativamente importante tamaño poblacional (unos 25.000 individuos) no es una garantía de supervivencia si sus hábitats no son adecuadamente conservados (MUÑOZ REINOSO 2003). Así, en el P.N. Doñana un 16.7% de la población está bajo pinares de población, un 37% es “sobreramoneado” y el resto está siendo invadido por pinos de crecimiento subespontáneo.

Se han distinguido tres estructuras de edad-tamaño dependiendo del tamaño poblacional, la fisiografía costera y el manejo. En las repoblaciones de pinos existe una importante limitación al reclutamiento, estando dominadas las poblaciones por enebros adultos. Esta limitación está impuesta por distintos factores no mutuamente excluyentes (deposición de acículas, escasa radiación solar, deficiente polinización, falta de dispersores y aumento de predadores de plántulas y semillas). En los acantilados existe una alta proporción de individuos adultos (> 70%) y se ha observado el rebrote radical. Los enebrales sobre dunas (sustrato móvil, rico en carbonatos y con alta deposición de spray salino), especialmente los protegidos, se caracterizan por altas proporciones de individuos de las clases de edad inferiores. Sin embargo, en determinadas situaciones sin protección el pisoteo afecta negativamente el reclutamiento, como en la costa de Chiclana-Conil.

En las poblaciones más próximas al estrecho de Gibraltar se ha detectado en las sex-ratios un sesgo hacia el número de individuos masculinos, lo cual podría ser debido al estrés hídrico producido por los fuertes vientos y al mayor costo reproductivo de los individuos femeninos.

Factores ambientales

GEHU et al. (1990) mostraron las variaciones geográficas en la composición de especies de las comunidades de enebro marítimo de la cuenca mediterránea. A lo largo del Golfo de Cádiz existe un gradiente oeste-este relacionado con el clima y la textura del suelo que condicionan la disponibilidad de agua para las plantas, lo que hace que las comunidades de Huelva se caractericen por especies xéricas mientras que las comunidades de Cádiz están caracterizadas por especies más méxicas. RIVAS MARTÍNEZ et al. (1997) también han distinguido los distritos litorales de Huelva y Cádiz dentro de la provincia biogeográfica Gaditano-Onubo-Algarviense. Una segunda variación está relacionada con la fisiografía costera y el contenido en carbonatos. Así, *Ononis natrix*, *Sideritis arborescens* y *Clematis flammula*, entre otras, caracterizaron dunas ricas en carbonatos, y *Cistus ladanifer*, *C. crispus* y *Ulex australis* caracterizaron los acantilados con elementos más finos. Una tercera variación está relacionada con la presencia de repoblaciones costeras que cambian las condiciones ambientales (entre otras, se reduce el depósito de spray hasta en un 90% y se estabilizan las arenas). Esto hace desaparecer a las especies adaptadas al ambiente costero, invadiendo este hábitat especies menos tolerantes al estrés (MUÑOZ REINOSO 2003).

Riqueza de especies y diversidad

Los enebrales costeros sobre sistemas dunares muestran una baja diversidad de especies leñosas debido a factores ambientales como el spray salino, la movilidad del sustrato, suelos poco fértiles y baja disponibilidad de agua (MUÑOZ REINOSO 2004). Estos bosques son estructuralmente comunidades abiertas, con pocas especies leñosas, donde hay una cierta

movilidad del sustrato y la vegetación está compuesta por especies como *Ammophila arenaria*, *Helichrysum picardii*, *Armeria pungens* y *Corema album*.

En los acantilados el estrés ambiental promovido por el spray salino disminuye con la elevación de la costa (BARBOUR 1978, CRAWFORD 1989), y consecuentemente su diversidad es mayor, estando la composición de especies está controlada por la litología y el clima.

Las repoblaciones costeras de *Pinus pinea* atenúan el efecto de los factores ambientales que caracterizan las costas, causando la desaparición de especies endémicas y facilitando la entrada de especies del interior, lo que cambia la estructura y composición de las comunidades vegetales costeras. Entre las comunidades de enebrales bajo repoblaciones de pinos, los valores de diversidad están correlacionados con el manejo de los árboles y el sotobosque. Así, en el P.N. de La Breña, donde los pinos son manejados para la producción de madera y piñón, y el enebro es favorecido como sotobosque, y la diversidad es alta. Sin embargo, la mayoría de las repoblaciones están abandonadas, con altas densidades de pinos y sin sotobosque, mostrando bajas diversidades.

Conservación de los enebrales costeros andaluces

Los factores que afectan a la conservación del enebro marítimo son muchos y diversos. Actualmente, las crecientes presiones de urbanización costera son la principal amenaza para las poblaciones de enebro que aún subsisten. Otros factores son las repoblaciones de pinos, la invasión de especies exóticas, el sobrepastoreo, la fragmentación y el aislamiento. Desde una perspectiva conservacionista, la reversión de las repoblaciones de pinos costeras abandonadas en enebrales es una medida de manejo necesaria, ya que la eliminación de los pinos puede permitir la restauración de las condiciones ambientales del medio físico. Estas actuaciones de restauración ya se han iniciado en Andalucía (Consejería de Medio Ambiente) a través de Tragsa.

El aclarado de los pinares costeros está permitiendo una mayor entrada de radiación solar y un mayor flujo de viento; consecuentemente hay un mayor crecimiento de las ramillas, mayor floración y llegada de polen, y mayor producción de gábulos y semillas por los enebros. Sin embargo, sus comunidades no se están recuperando, posiblemente debido a la pérdida del banco de semillas. Por otro lado, la limitación en la producción de semillas de enebro, su predación y su no dispersión parecen ser las principales causas de la falta de regeneración en las poblaciones de enebro más aisladas y antropizadas.

Agradecimientos

Estos estudios han sido financiados por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

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 Vasculares 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.
- CRAWFORD, R.M.M.; 1989. *Studies in plant survival. Ecological case histories of plant adaptation to adversity*. Blackwell, Oxford.

- GEHU, J.M.; COSTA, M. & BIONDI, E. 1990. Les *Junipereta macrocarpae* sur sable. *Acta Botánica Malacitana* 15: 303-309.
- MUÑOZ REINOSO, J.C.; 2003. *Juniperus oxycedrus* ssp. *macrocarpa* in SW Spain: Ecology and conservation problems. *J. Coastal Conservation* 9: 113-122.
- MUÑOZ REINOSO, J.C.; 2004. Diversity of maritime juniper woodlands. *For. Eco. Manage.* 192: 267-276.
- RIVAS MARTÍNEZ, S.; ASENSI, A.; DÍEZ-GARRETAS, B.; MOLERO, J. & VALLE, F.; 1997. Biogeographical synthesis of Andalusia (southern Spain). *J. Biogeography* 24: 915-928.
- TEKKE, R.M.H. & SALMAN, A.H.P.M.; 1995. Coastal woodlands, forestry and conservation along the Atlantic and North Sea shores. In: A.H.P.M. Salman, H. Berends & M. Bonanzoutas. (eds.), *Coastal management and conservation*: 396-409. EUCC, Leiden.
- TER BRAAK, C.J.F.; 1987. Ordination. In: R.H.G. Jongman, C.J.F. ter Braak & O.F.R. van Tongeren (eds), *Data analysis in community and landscape ecology*: 91-173. Pudoc, Wageningen.
- VALDÉS, B., TALAVERA, S., & FERNÁNDEZ-GALIANO, E. (eds.); 1987. *Flora Vascular de Andalucía Occidental*. Ketres, Barcelona.

Tabla 1. Tamaños poblacionales, estructuras de edad y sex ratios de las poblaciones de enebro marítimo de la costa atlántica andaluza (SO España). Los asteriscos muestran diferencias significativas en las sex-ratios ($P < 0.05$, test de la G); n1 y n2: número de individuos contados para estimar las estructuras de edad y las sex ratios respectivamente.

Poblaciones y sitios	Tamaño poblacional	n1	Clases de edad-tamaño (%)			n2	Sex ratio mascul:femenin
			Plántul.	Juven.	Adultos		
Provincia de Huelva							
I. El Rompido							
1. Acantilado	15	15	-	-	100	15	1:0.88
2. Urbanización Los Enebros	14	14	-	-	100	-	-
II. ZPRN Laguna El Portil	25	20		-	100	20	1:0.33*
III. Paraje Natural Enebrales de Punta Umbría	289	157	-	-	100	157	1:0.99
IV. Acant. Mazagón-Matalascañas							
1. Acantilado Mazagón	98	98	-	-	100	65	1:0.86
2. Parque Natural Doñana	34	34	-	-	100	25	1:0.70
3. Matalascañas	17	17	-	-	100	17	0.89:1
V. Parque Nacional de Doñana							
1. Mogotes	400	50	-	-	100	-	-
2. Corrales húmedos	520	64	1.6	15.6	82.8	111	1:0.72
3. Zalabar	5.000	164	23.2	34.1	42.7	210	1:0.89
4. El Inglesillo	5.000	201	16.5	63.6	19.9	-	-
5. San Jacinto	340	88	6.8	36.4	56.8	169	1:0.85
6. San Jacinto Sur	80	63	22.2	27.0	50.8		
7. Repoblación pinos	2.250	297	5.1	2.1	92.8	204	1:0.91
Provincia de Cádiz							
VI. Costa Chiclana-Conil							
1. La Barrosa	514	313	7.0	17.6	75.4	100	0.89:1
2. La Loma del Puerco	463	209	6.7	19.1	74.2	104	0.82:1
3. Acantilados Roche	1736	406	8.6	16.3	75.1	124	1:1
VII. P. Natural La Breña y MB							
1. Cabo Trafalgar	64	64	4.5	52.2	43.3	29	1:0.32*
2. Acantilado		-	-	-	-	-	-
3. Repoblación pinos	6.600	341	9.7	47.8	42.5	100	0.96:1
4. Dunas móviles		37	8.1	37.8	54.1	100	1:0.39*
VIII. Sierra de la Plata							
1. Cabo de Gracia	100	88	10.2	52.3	37.5	33	1:0.38*
2. Punta Camarinal	450	305	23.6	45.2	31.1	100	1:0.67*
IX. Punta Paloma							
1. El Lentiscal	45	45	-	11.1	88.9	38	1:0.90
2. Huerto del Gallego	200	71	5.1	16.3	78.6	126	0.85:1
3. Punta Paloma	250	126	1.6	7.1	91.3	105	1:59*
4. Dulce Nombre	20	20	-	100	-	-	-

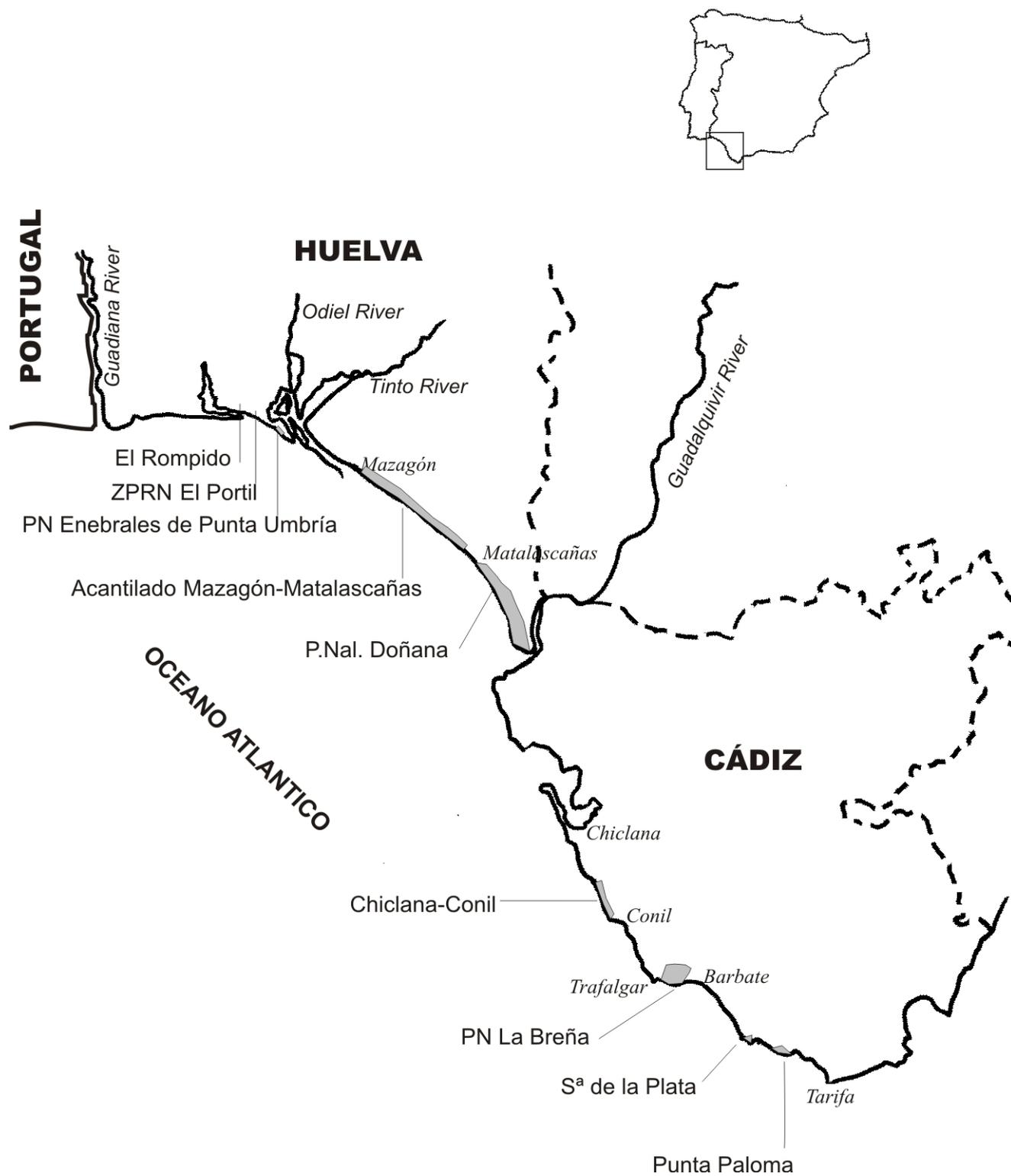


Figura 1. Poblaciones de enebro marítimo en Andalucía.

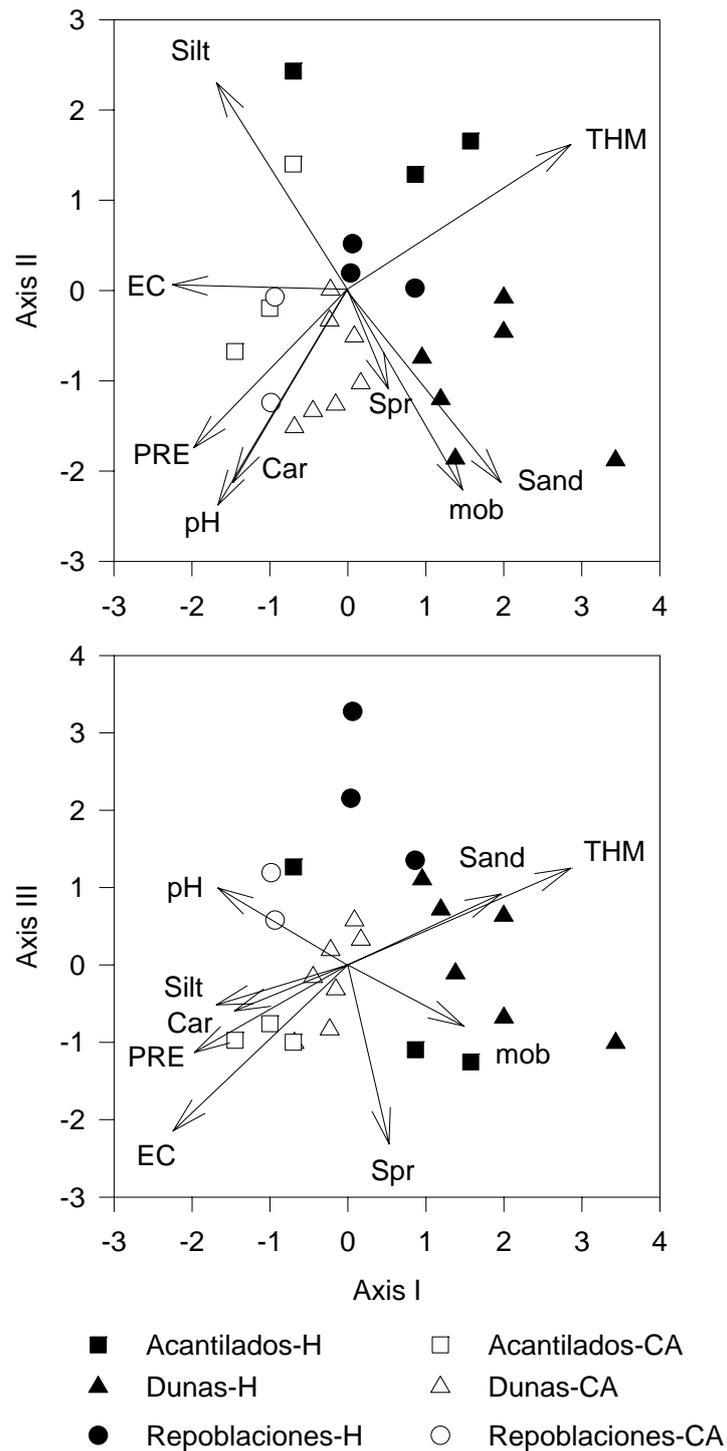


Figura 2. Análisis Canónico de Correspondencias. Poblaciones clasificadas de acuerdo a la fisiografía costera y manejo. Abreviaturas: H: Huelva, CA: Cádiz, Silt: % limos, THM: temperatura del mes más cálido, EC: conductividad del suelo, Spr: espray salino, PRE: precipitación anual, Car: contenido en carbonato cálcico, pH: pH del suelo, Sand: % arenas, mob: movilidad del sustrato.