

Puerto Marchena, A., Asensio Romero, B. y Muñoz Reinoso, J.C. (2010): Conectividad del enebro marítimo (*Juniperus Oxycedrus* subsp. *Macrocarpa*) en el Suroeste de España. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 1.021-1.027. ISBN: 978-84-472-1294-1

CONECTIVIDAD DEL ENEBRO MARITIMO (JUNIPERUS OXYCEDRUS SUBSP MACROCARPA) EN EL SUROESTE DE ESPAÑA

Antonio Puerto Marchena¹, Braulio Asensio Romero² y José Carlos Muñoz Reinoso³

(1) Dpto. Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Sevilla, Apdo. 1095. 41080-Sevilla. (1) antoniopuerto@us.es (3) reinoso@us.es

(2) ANALITER, Calle Pino Central Apdo. 60. 41016 Sevilla, basensio@analiter.es

RESUMEN

El enebro marítimo es una conífera nativa de las costas mediterráneas cuyos bosques representan la etapa madura de dunas y acantilados arenosos sometidos al aerosol marino. En Andalucía, sus poblaciones se distribuyen a lo largo del Golfo de Cádiz, presentando una distribución muy fragmentada. La fragmentación y el aislamiento de las poblaciones del enebro dificultan su conservación debido a la interrupción de las interacciones ecológicas entre el enebro y sus dispersores. Este trabajo analiza la fragmentación de la población de enebro y su pérdida de conectividad en la costa oeste de Huelva desde 1956, el área potencial actual para la recuperación de sus poblaciones y la conectividad ecológica para un organismo dispersor de semillas de enebro. Para ello se ha empleado el Cost Distance del módulo espacial de ArcGIS y modelos de diseño de corredores ecológicos Corridor Designer, utilizando como principales fuentes de información el mapa de usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía y fotografías aéreas 1956-2004. Los resultados muestran una reducción del 70% en el área ocupada y una pérdida de conectividad debido al desarrollo urbano y de infraestructuras. Finalmente se proponen medidas de restauración para la especie en el área de estudio.

Palabras Clave: Conectividad, Corridor Designer, Cost-Distance, enebro marítimo, fragmentación.

ABSTRACT

Maritime juniper is a conifer native from the Mediterranean basin which woodlands represent the mature successional stage on sandy dunes and cliffs under salt spray deposition. In Andalusia, juniper populations show a fragmented distribution along the Gulf of Cádiz. Fragmentation and isolation of juniper populations make difficult its conservation due to the interruption of ecological interactions between juniper and their seed dispersers. This work analyses the fragmentation of juniper population and the lost of connectivity since 1956 in the western coast of Huelva, the current potential distribution area and the connectivity for a juniper seed disperser. Analyses were carried out using Cost Distance (ArcGIS) and Corridor Designer models, along with the land uses/land cover map for Andalusia and aerial photographs from 1956 and 2004. Results show a reduction of 70% in the distribution area and a lost of connectivity due to urban development. Finally, restoration measures are proposed.

Key Words: Ecological connectivity, Corridor Designer, Cost-Distance, maritime juniper, fragmentation.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 100 años y más intensamente desde los años 1950, Europa ha sufrido una creciente pérdida de biodiversidad. Uno de los principales responsables de esta pérdida a gran escala han sido los cambios de usos del suelo, que han impulsado entre otros efectos, una progresiva fragmentación de los hábitats para muchas especies. En Andalucía, desde el inicio de los años 90, se ha mostrado como los cambios de uso del suelo ocurridos desde los años 50 han producido la pérdida de heterogeneidad a escala local y han aumentado la fragmentación a escala regional (Fernández-Alés et al. 1992), provocando el aislamiento de especies en espacios que han perdido la capacidad de sustentación de las especies, lo que pone en peligro la conservación de las mismas. La vegetación de la costa es especialmente sensible a este efecto, siendo una de las especies costeras más afectadas el enebro marítimo (*Juniperus oxycedrus* subsp *macrocarpa*), especie amenazada a nivel andaluz y nacional, y cuyos hábitats han sido incluidos en la Directiva 92/43/CEE, de Hábitats (2250*) como prioritario.

La creciente concienciación sobre los efectos adversos de la fragmentación de los hábitats sobre los sistemas naturales, además de en planes y normativas, ha derivado en una creciente demanda de herramientas para predecir y evaluar el efecto de proyectos de gestión e importantes obras de infraestructuras en la conectividad del mundo natural (Adriaensen et al. 2003). Los Sistemas de Información Geográfica, y particularmente el cálculo de las rutas de menor coste a través de éstos, se han constituido como la herramienta más empleada para el diseño de corredores o conectores entre espacios de interés para las especies.

Los objetivos que se plantean en este trabajo son: a) el estudio de la distribución del enebro en 1956 y la actualidad, b) el cambio de conectividad en dicho período, c) el diseño de corredores ecológicos para un organismo dispersor del enebro entre las poblaciones actuales, y d) el estudio del área potencial actual para la recuperación de sus poblaciones en la costa oeste de Huelva, en los TTMM de Punta Umbría y Cartaya.

ZONA DE ESTUDIO

El presente estudio analiza la fragmentación y consiguiente pérdida de conectividad de la población de enebro costero en los términos municipales de Cartaya y Punta Umbría (Huelva). Actualmente existen tres núcleos de población de enebro, de los cuales el más importante es el del "Paraje Natural de Enebrales de Punta Umbría", al este, que cuenta aproximadamente con unos 300 individuos, siendo el segundo núcleo de importancia en la provincia de Huelva. Los otros dos núcleos considerados han sido el existente en las dunas de la "Zona de Protección de la Reserva Natural de la Laguna de El Portil"(centro) y el de El Rompido (sin protección) al oeste. Cada uno de ellos cuenta con entorno a la treintena de individuos adultos.

En Enebrales de Punta Umbría y El Portil los enebros se encuentran bajo un dosel de pinos (*Pinus pinea*) y acompañados de retamas (*Retama monosperma*) resultado de antiguas repoblaciones realizadas con el objetivo de estabilizar las dunas. Acompañan al enebro sabinas (*J. phoenicea* subsp *turbinata*), espinos negro (*Rhamnus oleoides*), lentiscos, romeros, jaguarzos, torviscos y esparragueras. Cabe destacar la presencia de *Thymus carnosus*, especie endémica de los arenales costeros del Suroeste de la península Ibérica (Provincia Gaditano-Onubense-Algarviense, sectores Sadense, Algarviense y Onubense y de la Provincia Luso-Extremadurensis, del sector Tagano-Sadense), que solo aparece en los términos municipales de Lepe, Cartaya y Punta Umbría, y está catalogada como en peligro en Andalucía (Parra et al., 2000). En El Rompido no se desarrolla un dosel de pinos y aparecen eucaliptos.

El clima de la zona es mediterráneo con influencia oceánica. La precipitación anual no supera los 500 mm, con una temperatura media anual de 17.4°C y vientos predominantes del suroeste.

METODOLOGÍA

El estudio de la reducción del área ocupada por el enebro marítimo en los TTMM de Cartaya y Punta Umbría se ha realizado mediante la fotointerpretación de ortofotografías de los años 1956 y 2003, elaborándose sendos mapas de distribución de la especie. Mediante *Cost Distance* del módulo de análisis espacial de ArcGIS se han analizado los cambios de conectividad entre estas fechas, a partir de los mapas de resistencia creados. Estos

mapas de resistencia son el resultado de la suma de varias fuentes de información, como el mapa de usos y coberturas (1956 y 2003)- el cual se ha reclasificado y valorado en función de la dificultad que presentan al paso de las especies (Tabla 1)-, las infraestructuras de comunicación del mapa topográfico de Andalucía de 2006, una fotointerpretación de las carreteras 1956 a las cuales se les ha aplicado un *buffer* correspondiente con la zona de influencia para las especies (Martín Ramos et al. 2008) y las superficies de la lámina de agua del mapa topográfico de Andalucía de 2006 valorándose como barreras. La suma de cartografías se ha realizado mediante la herramienta *Raster calculator*, con la que se obtiene el mapa de resistencia de la zona en los diferentes años con una resolución de 20x20 metros. Posteriormente mediante *Cost Distance* se han diseñado corredores entre las tres poblaciones, contemplándose dos escenarios distintos, el primero en el que la playa se considera una zona de paso y el segundo en la que se considera una barrera. Finalmente, se ha delineado el área potencial actual del enebro marítimo en el área de estudio con la herramienta "*Creating a habitat patch map*" de la extensión *Corridor Designer*.

RESULTADOS

El estudio del área potencial para el enebro marítimo entre 1956 y 2003, muestra como el área de distribución en los municipios de Cartaya y Punta Umbría se ha reducido aproximadamente un 70 % durante el período de estudio. Según los cálculos realizados, la población de 1956 ocupaba una superficie de unas 163 ha en esta franja costera, sufriendo una reducción progresiva hasta la actualidad, en la que ocupa, según los últimos estudios de campo realizados, una superficie de aproximadamente 48,8 ha (Figura 1). Entre 1956 y 2003 la conectividad para los organismos dispersores de semillas entre las poblaciones con enebro ha disminuido (Figura 2), debido al desarrollo en el centro de la zona de estudio del núcleo urbano de El Portil, el cual constituye un importante barrera al paso de la fauna.

La Figura 3 muestra los corredores generados entre las poblaciones localizadas en los extremos de la zona de estudio. En la primera opción se ha considerado que el uso del mapa denominado "playas, dunas y arenales costeros" puede ser empleado por el dispersor, obteniéndose así un corredor que discurre por la costa. La franja que ocupa el corredor se correspondería con la franja costera que pertenece al Dominio Público Marítimo-Terrestre (DPMT), posibilitando esta zona de protección la conexión entre poblaciones. En la segunda opción, se le considera a este uso como no utilizable por el dispersor debido a la fuerte presión humana a la que está sometida y, por lo tanto, obliga a buscar una alternativa a la playa, consiguiéndose un corredor que rodea a la urbanización de El Portil tierra adentro, alejada de la costa.

De acuerdo con los requerimientos del enebro, el área potencial actual para la especie sin una presión urbanística se encontraría a lo largo de la costa.

DISCUSIÓN

El least-cost modelling ha demostrado ser una herramienta flexible para modelar la conectividad funcional en el estudio de la relación entre el paisaje y la movilidad de los organismos, así como en la construcción de distintos escenarios y su evaluación aplicables a proyectos de ordenación del territorio (Adriaensen et al., 2003).

El área de distribución para el enebro en la zona de estudio se ha reducido en un 70% desde los años 50, en gran parte debido al aumento de las infraestructuras y zonas urbanas. Así, el núcleo de El Portil, resultado del Decreto 3350/1967 sobre Centros de Zonas de Interés Turístico Nacional, supuso la destrucción de parte del hábitat así como la creación de una barrera a la conectividad entre las poblaciones que quedan a ambos lados de la misma. Un trabajo reciente (Muñoz-Reinoso et al., 2005) analizó la pérdida de conectividad en escenarios futuros fruto de la planificación urbana.

Los corredores creados (Figura 3) muestran las dificultades para la conexión entre las poblaciones localizadas en ambos extremos del área de estudio, especialmente por la playa, ruta que puede considerarse bloqueada por la actividad humana. El corredor interior muestra un camino más largo y dificultoso que en la actualidad se ve afectado por el acceso norte a El Portil. Muñoz Reinoso (1999) hace referencia a la importancia de la continuidad entre la franja costera y el interior para el acceso de potenciales dispersores de semillas del enebro, no contemplado esta franja costera como una unidad individual, sino como una continuidad que debe permitir el tránsito de las especies animales.

El área potencial para el enebro marítimo está incluida en el *Mapa de usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía* en la categoría denominada “Playas, dunas y arenales costeros” que ciertamente incluye hábitats muy distintos y debería, por tanto, ser desagregada. Esta categoría está protegida por la Ley de Costas española, quedando incluida en el DPMT. Actualmente, el espacio incluido en el DPMT se encuentra muy degradado, ocupado por restos de antiguas repoblaciones costeras de pino (*Pinus pinea* y *Pinus pinaster*), retama (*Retama monosperma*), especies invasoras (*Carpobrotus edulis*) y con un uso antrópico intenso. Dado que se trata del área potencial del enebro marítimo, representa un sustrato ideal para practicar tareas de restauración de hábitats, con introducción de especies vegetales, entre ellas el enebro y el tomillo carnosos. Ello contribuiría a incrementar la riqueza y diversidad de especies, facilitaría la conectividad a lo largo de la franja litoral y contribuiría a mejorar los servicios ecosistémicos.

Esta restauración podría apoyarse en el Programa de Conservación de los enebrales costeros de la Consejería de Medio Ambiente de Andalucía que contempla el refuerzo de las poblaciones de la especie, con plantaciones de nuevos individuos tanto en las poblaciones existentes, como en nuevas zonas potenciales, con el objeto de establecer nuevas poblaciones que ayuden a mantener un flujo genético de la especie.

Por otra parte, el área potencial actual incluiría la flecha de El Rompido/Nueva Umbría (Figura 4), espacio en gran parte protegido, donde la especie no ha podido llegar de forma natural y que en la actualidad está dominada por *Retama monosperma*, especie que debió ser introducida entre 1920 y 1930 y que experimenta una fuerte expansión desde entonces (Gallego et al., 2006).

CONCLUSIONES

El desarrollo urbano de la franja costera es la causa principal de la fragmentación de la población de enebro en el área de estudio y responsable de la disminución de la conectividad ecológica para la especie. La construcción y desarrollo de El Portil en el centro del área de estudio supone una interrupción a la conectividad este-oeste entre las poblaciones de enebro restantes. La recuperación de la especie en la zona, además del tratamiento de masas de pinar que dificultan la regeneración natural de la especie (Muñoz Reinoso 1999), pasa por su introducción en nuevas áreas (Flecha de El Rompido), la restauración de áreas degradadas, y el aumento de la conectividad a lo largo de la costa, así como de la costa con las zonas conservadas del interior.

Figuras



Figura 1. Distribución del enebro marítimo en 1956 y 2003.

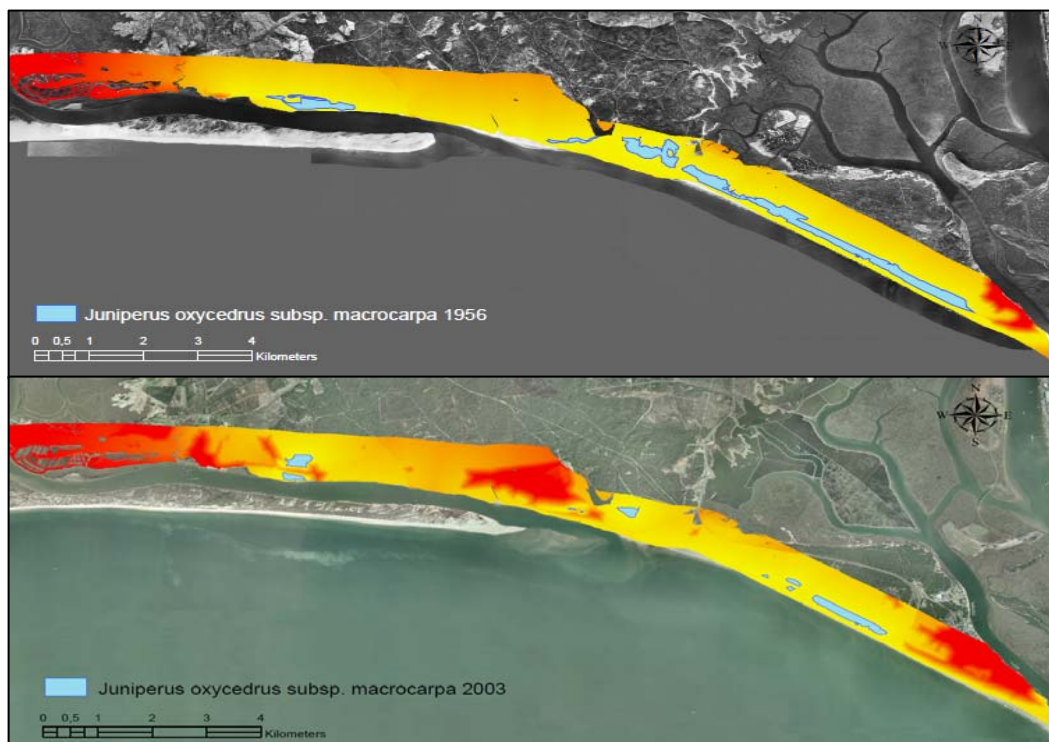


Figura 2. Mapas de resistencia acumulada para 1956 y 2003 con el área de distribución del enebro en cada fecha.

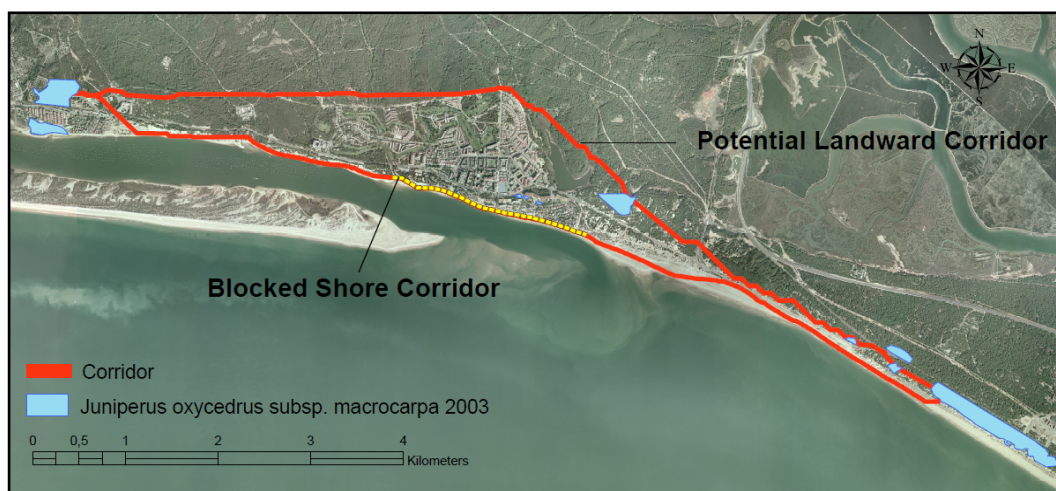


Figura 3. Corredores creados entre las poblaciones actuales de enebros, mostrando el corredor más exterior bloqueado por la presión antrópica.



Figura 4. Área potencial del enebro marítimo en la actualidad.

Tablas

Tabla 1. Valores de resistencia de los diferentes unidades del paisaje.

UNIDADES DE PAISAJE	VALORES DE RESISTENCIA
Playas, dunas y arenales	1
Cultivos de secano	5
Matorral	5
Cultivos de regadío	10
Tierras no cultivadas	10
Plantaciones de pinos	10
Frutales (Naranjos)	40
Marismas	40
Carreteras	200
Urbano	200
Infraestructuras	200

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adriaensen F., Chardon J.P., de Blust G., Swinnen E., Villalba S., Gulinck H. and Matthysen, E. 2003. The application of "least-cost" modelling as a functional landscape model. *Lands. Urb. Plan.* 64: 233-247.

Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 34: 487-515.

Fernández Alés, R., Martín Vicente, A., Ortega, F. y Alés, E.E. 1992. Recent changes in landscape structure and function in mediterranean región of SW Spain (1959-1984). *Landscape Ecology* (7) 1:3-18.

Gallego Fernández, J.B., Muñoz Vallés, S., Dellafiore, C. 2006. Flecha litoral de Nueva Umbria. Flora y vegetación. *Exmo. Ayuntamiento de Lepe*.

Martín Ramos, B., Ortega Pérez, E., Mancebo Quintana, S. y Otero Pastor, I. 2008. Fragmentación de los hábitats de la Red Natura 2000 afectados por el PEIT (Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte). *GeoFocus* nº 8, p. 44-60.

Muñoz Reinoso, J.C. 1999. Investigación ecológica en el proyecto: "Restauración de los enebrales de enebro marítimo (*Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa*) en el Parque Natural de Doñana". *Informe inédito*.

Muñoz Reinoso, J.C., Asensio Romero, B., Rodríguez Infante, F. 2005. Territorial integration of population of threatened species and ecological connectivity in the southwest coast of Spain *ICCCM 2005 proceedings*.