MEDITERRANEA

SERIE DE ESTUDIOS BIOLÓGICOS

2009 Época II N° 20

COMITÉ EDITORIAL:

G.U. CARAVELLO
S.G. CONARD
A. FARINA
A. FERCHICHI
L. TAÏQUI

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante
Departamento de Ecología. Facultad de Ciencias

COMITÉ CIENTÍFICO:

S. G. CONARD. USDA Forest Service. Riverside. U.S.A.
A. FARINA. Lab. Ecología del Paisaje. Museo Historia Natural. Aulla. Italia.
A. FERCHICHI. I.R.A. Medenine. Túnez.
G.U. CARAVELLO. Istituto di Igiene. Università di Padova. Italia.
L. TAÏQUI. Université Abdelmalek Essaâdi. Tetuán. Marruecos.

COMITÉ EDITORIAL:

V. Peiró, J. Martín, G. López, E. Seva.

DIRECCIÓN:

Eduardo Seva. Dep. Ecología. Fac. de Ciencias. Universidad de Alicante.

SECRETARÍA:

Germán López. Dep. Ecología. Universidad de Alicante.

EDITA:

Servicio de Publicaciones. Universidad de Alicante.
<http://publicaciones.ua.es>

CORRESPONDENCIA:

Departamento de Ecología. Fac. de Ciencias. Universidad de Alicante.
Ap. 99 - 03080 Alicante. España.
Teléfono de Secretaría: +34965903400, ext 2255
Fax: Rev. Mediterránea. Dep. Ecología. 96/5903464

I.S.S.N.: 0210-5004
Depósito Legal: A-1059-1984

Edición electrónica:

Notas para los autores

Los trabajos versarán sobre aspectos de ecología, recursos naturales, paisaje, gestión ambiental, en los ecosistemas de bioma mediterráneo.

Los manuscritos mecanografiados a doble espacio y por una sola cara se enviarán a la dirección del **Departamento de Ecología de la Universidad de Alicante, Ap. 99 (03080 Alicante, España) —Revista Mediterránea—**. Los autores deberán enviar original y dos copias, así como en disquette compatible en programas de tratamiento de texto WORD.

LENGUA: Redactados en español, inglés, francés o italiano.

NOMBRE DE AUTORES: Apellidos y nombres sin abreviaciones.

DIRECCIÓN: Dirección profesional (Organización, Centro de Investigación, Universidad,...) teléfono, telefax, dirección electrónica.

TÍTULO: conciso y completo, sin abreviaciones (max. 60 espacios).

RESÚMEN: Después del título, un resumen en inglés y otro en francés, de 1500 espacios como máximo, independientemente de la lengua utilizada en el texto del trabajo

PARÁGRAFOS: El manuscrito debe respetar el siguiente orden: (contenido) introducción sin título, párrafos con títulos cortos (max. 50 espacios), conclusiones, agradecimientos (si procede), referencias bibliográficas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS: Obligatorias para las publicaciones citadas en el texto, que irán en mayúscula. Las referencias de información no publicada (informes, comunicación personal...) se incluyen en el texto entre paréntesis. La bibliografía se presentará según los modelos siguientes:

GOSZ, J.R. and SHARPE, J.H. 1989. Broad-scale concepts for interactions of climate, topography, and biota and biome transitions. *Landscape Ecology* 3:229-243.

PIANKA, E. 1986. *Ecology and natural history of desert lizards*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey.

GOLDSMITH, V. 1979. Coastal dunes. In: R.A. Davis (ed.), *Coastal sedimentary environments*. New York:Springer-Verlag.

CORRECCIÓN DE PRUEBAS: Será realizada por la redacción de la revista, aunque los autores deben enviar un texto muy claro y definitivo. Si se hallan deficiencias notorias en el texto, el trabajo será remitido a los autores de inmediato.

TABLAS: Cada tabla en página por separado, numeradas siguiendo el orden de aparición en el texto y llevarán leyenda. El método de escritura admitido puede ser WORD o EXCEL.

GRÁFICAS y DIBUJOS: Presentados en papel blanco no reciclado, exclusivamente en blanco y negro. Las láminas en color deberán ser costeadas por los autores. Gráficas y dibujos deben ser presentados de forma que, modificando su dimensión, no se vea modificada su comprensión. Deberán acompañar las leyendas al gráfico, suficientemente grandes e incluidas en la caja del mismo. Es obligatorio acompañar archivo en disco compatible y formato TIF o JPGE.

ILUSTRACIONES: Las fotografías, separadas del texto, con leyenda y número de orden, posición en el texto, etc.

NOTAS: Excepcionalmente se incluirán notas a pie, pero éstas deben ir en hojas separadas y debidamente numeradas.

EXTENSIÓN: El texto comprenderá una extensión de 5 (min.) a 25 (max.) páginas mecanografiadas. El número de gráficos, dibujos y fotografías debe ser proporcional al tamaño del texto.

La dirección de la revista se reserva el derecho de revisar los trabajos presentados con el fin de adaptarlos a la publicación.

<http://publicaciones.ua.es>

Notes for the authors

SUBJECTS

Ecology

Natural Resources

Landscape

Environmental Management

Manuscripts typed on duplicate on one side of the sheet only, should be sent to the magazine direction: **Mediterranea. S.E.B.Dep. Ecologia. Universidad de Alicante. Ap. 99 (03080 Alicante) Spain.** All authors are kindly requested to send their papers in writing, but namely on MS DOS/ IBM compatible disks, using WORD program. Every paper should conform to the following rules:

LANGUAGE: Spanish, English, French or Italian.

NAME OF THE AUTHORS: Preceded by the full first name without abbreviations.

ADDRESS: Institutional address of author(s) (Institutions, Research Centre, University), telephone, fax, electronic adress..

TITLE: Concise but detailed enough, without abbreviations (max. 60 strokes).

ABSTRACTS: In English and French, whatever it might be the language of the paper. The lenght should not exceed 1500 strokes.

PARAGRAPHS: Should be arranged as follows: (contents) introduction without title, paragraphs with short titles (max. 50 strokes), conclusions, acknowledgments (if required), references.

REFERENCES: Should include only publications mentioned in the text. References to unpublished informations (reports, personal communications, etc.) should be included between parentheses in the text. The bibliography should be presented in conformity with the following patterns: GOSZ, J.R. and SHARPE, J.H. 1989. Broad-scale concepts for interac-

tions of climate, topography, and biota and biome transitions. *Landscape Ecology* 3:229-243.

PIANKA, E. 1986. *Ecology and natural history of desert lizards*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey.

GOLDSMITH, V. 1979. Coastal dunes. In: R.A. Davis (ed.), *Coastal sedimentary environments*. New York:Springer-Verlag.

CORRECTIONS TO THE PROOF: Will be done by the editorial staff. Authors are kindly requested to submit a clear and final paper.

TABLES: Each table should be on a separate sheet, numbered consecutively, with a legend. The writing method admitted is WORD, EXCEL..

GRAPHICS AND DRAWINGS: Separated from the text, should be lettered on white or glossy paper, in black and white in compatible disks TIF or JPGE format. They should be clearly "constructed", with sufficiently big letters within the block of the graph.

ILLUSTRATIONS: Photographs should be numbered and lettered.

NOTES: They should be numbered and referred to in the text. They should be compiled on separate sheets.

LENGHT: Preferably between 5 (min.) and 25 (max.) typed pages. The number of illustrations, tables and graphs should be proportional to the lenght of the text.

The articles are reviewed by the editorial staff to be conformed for their publication.

<http://publicaciones.ua.es>

**ISABEL NOVELLA-FERRÁNDIZ, ANTONIO
PASTOR-LOPEZ, MARIA AGUEDA SANCHEZ-
ALBERT, JOSE EMILIO MARTINEZ-PEREZ**

**Efectos de los cambios de uso en suelo
agrario 1956-2008 en la conservación de
grandes árboles en el entorno del Parque
Natural de El Hondo (Alicante, España)**

Índice

Portada

Créditos

Abstract 9

Resumen 11

Introducción 13

Material y métodos 15

 Zona de estudio 15

 Obtención de datos 20

Resultados 23

 Tendencias generales entre 1956 y 2008 24

 Tendencias por especie de los GAC y de los GA <
 50 años 29

Discusión 32

Conclusiones 40

Agradecimientos 41

Referencias bibliográficas 41

Efectos de los cambios de uso en suelo agrario 1956-2008 en la conservación de grandes árboles en el entorno del Parque Natural de El Hondo (Alicante, España)

ISABEL NOVELLA-FERRÁNDIZ (1), ANTONIO PASTOR-LOPEZ (1),
MARIA AGUEDA SANCHEZ-ALBERT (1), JOSE EMILIO MARTINEZ-
PEREZ (2)

Abstract

The effects of the agricultural land-use model (1956-2008) on the abundance and distribution of large trees for their potential as stepping-stones and refuge zones for fauna were analyzed in this paper. The study area is located in the northern sector of the lands in the vicinity of Nature Park of El Hondo. Two subzones including all the more productive crops around El Hondo were selected. The first one (SZ2) has an extension of 1243 hectares and is located in the municipality of Elche.

The second one (SZ5) extends over 1211 hectares and belongs to the municipality of Crevillente.

The description focused on the identification of large trees (GA) in the mentioned subzones. The analysis of orthophotos mosaics elaborated from 1956 and 2003 aerial photos, was completed with a field survey during 2008. A total of 124 plots were selected in SZ2 and 63 plots in SZ5, chosen at random within each subzone. Each plot was squared shaped and had one hectare in size.

General trends for conserved, disappeared and newly planted GAs between 1956 and 2008 were identified for all trees together and by species. Twelve different species of large trees were observed. The mean large trees density in 1956 included in Elche municipality subzone was 1.84 trees per hectare, while for the subzone included in Crevillente municipality was 0.51 trees per hectare. 43.4% disappeared in SZ2 and 78.1% in SZ5. The part of the study area that has a conserved large tree within a distance of less than 100 meters oscillated between 16.1% and 25% for SZ2 and between 3.2% and 4.7% for SZ5.

The exclusion of small pieces of land from ploughing in contact with the sites that conserve large trees since 1956 and the plantation of isolated trees, tree lines or hedges of new

Efectos de los cambios de uso en suelo agrario 1956-2008 en la conservación de grandes árboles en el entorno del Parque Natural de El Hondo (Alicante, España)

creation to be kept for long periods of time is suggested as a land management criteria for both subzones.

Key words: large trees, agricultural landscape fragmentation, land planning, stepping-stones, GIS.

Resumen

Este trabajo aborda los efectos del cambio de modelo territorial agrario (1956-2008) sobre la abundancia y distribución de árboles de gran tamaño por su potencial como zonas de refugio y puntos de paso para fauna. El área de estudio se ubica en el sector septentrional del entorno del Parque Natural de El Hondo. Se escogieron dos subzonas que incluyen los tipos de cultivos más productivos que se dan alrededor de El Hondo. La primera de ellas (SZ2) tiene un total de 1243 hectáreas y se localiza en el término municipal de Elche. La segunda (SZ5) tiene un total de 1211 hectáreas y se localiza en el término municipal de Crevillente.

La caracterización se centró en la identificación de grandes árboles (GA) en las subzonas mencionadas. El análisis de mosaicos de ortofotos elaborados para 1956 y 2003, se completó con un muestreo de campo en 2008. Se muestrearon un total de 124 celdas en la SZ2 y 63 en la SZ5, escogiéndolo-

se estas al azar. Su forma era cuadrada y de una hectárea de superficie.

Se identifican las tendencias generales y por especie entre 1956 y 2008 de los GA conservados, desaparecidos y plantados desde 1956. Se identificaron un total de 12 especies distintas de grandes árboles. La densidad media de grandes árboles en 1956 incluida en término de Elche era de 1,84 pies por hectárea mientras que en la subzona incluida en término de Crevillente era de 0,51 pies por hectárea. De ellos han desaparecido el 43,4% en la SZ2 y el 78,1% en la SZ5. La fracción de territorio que presenta un gran árbol conservado a menos de 100 metros puede oscilar entre un 16,1% y un 25% para la SZ2 y entre un 3,2% y un 4,7% para la SZ5.

La conservación de pequeños espacios de terreno libres de roturación junto a los enclaves que conservan GA desde 1956 y la plantación de pies aislados, líneas de árboles o setos de nueva creación, con vocación de permanecer durante periodos amplios de tiempo, se sugiere como criterio de gestión territorial para ambas subzonas.

Palabras clave: grandes árboles, fragmentación paisaje agrario, planificación territorial, puntos de paso, SIG.

Introducción

La conectividad ecológica de un paisaje juega un papel muy importante a la hora de explicar la riqueza y diversidad biológica de sus ecosistemas. Los elementos de cada paisaje que favorecen esta conectividad varían en función de la especie analizada y de sus requerimientos ambientales. Estos elementos del paisaje se convierten en corredores o en islas dentro de una matriz hostil o menos favorable. Proporcionan refugio y recursos esenciales para el mantenimiento y dispersión de poblaciones o para la interconexión de metapoblaciones de distintas especies. Los ejemplos más estudiados se refieren a plantas fanerógamas, insectos, y vertebrados (fundamentalmente aves y micromamíferos) pero es aplicable a cualquier especie si se analiza a la escala espacial adecuada. Las estructuras lineales y continuas no son las únicas configuraciones del hábitat que favorecen los desplazamientos de los organismos silvestres a través de un paisaje fragmentado (GURRUTXAGA, 2004). Cadenas de fragmentos de hábitat dispersos pueden ejercer una importante función conectora al constituir puntos de paso entre manchas mayores de hábitat para las poblaciones silvestres que las habitan (GURRUTAGA, 2004). Entre estos elementos paisajísticos, denominados «stepping stones» o

«puntos de paso», se encuentran los árboles dispersos de gran tamaño. Estas stepping stones creadas intencionadamente dentro de una matriz carente de ellos puede aumentar la conectividad funcional para especies y puede contribuir a su conservación en paisajes con núcleos forestales dispersos (BOSCOSO et al. 2008).

En los paisajes agrícolas, uno de los elementos más importantes que contribuyen a aumentar su biodiversidad son tanto las manchas de bosques como de árboles aislados. Incluso fragmentos de un árbol muerto constituyen una fuente de alimento para muchos insectos xilófagos y para microorganismos entomopatógenos. La presencia de árboles viejos con huecos o cavidades ofrece lugares de cría y cobijo a aves, roedores, murciélagos y muchos otros grupos de organismos (ORLOWSKI & NOWAK, 2006).

Este estudio se centra en los efectos de la fragmentación de un sector de territorio con un paisaje agrario tradicional con múltiples conexiones ecológicas con El Parque Natural de El Hondo. El área de estudio se ubica al Norte de este parque, en el antiguo cono aluvial del Río Vinalopó y en la zona de transición al lecho desecado y aprovechado agrícolamente de la antigua marjal. Este paisaje agrario creado en el siglo XII ha mantenido durante más de 8 siglos una riqueza biótica

Efectos de los cambios de uso en suelo agrario 1956-2008 en la conservación de grandes árboles en el entorno del Parque Natural de El Hondo (Alicante, España)

creciente. Sin embargo, el actual modelo de intensificación agraria y de diseño territorial puede acabar con este patrimonio natural de gran relevancia.

Este trabajo aborda los efectos del cambio de modelo territorial (1956-2008) sobre la abundancia y distribución de árboles de gran tamaño por su importancia como zonas de refugio y puntos de paso para fauna. Se valora de forma preliminar las consecuencias previsibles sobre la biodiversidad. La conectividad entre los paisajes anexos al parque natural y este son de especial relevancia, dadas las frecuentes perturbaciones sobre la dinámica hídrica propia y asociada a los que El Hondo está sometido.

Material y métodos

Zona de estudio

El área de estudio se ubica en las proximidades del Parque Natural de El Hondo, situado al SE de la Península Ibérica y en el tercio inferior de la provincia de Alicante (Mapa 1.a.). Pertenece a los términos municipales de Elche y Crevillente y forma parte de las unidades geomorfológicas asociadas al delta del río Vinalopó. Parque Natural de la Comunidad Valenciana desde 1988, incluido en el Catalogo RAMSAR y en la Red Natura 2000 como LIC y ZEPA desde 1990, es

el segundo humedal más importante de la Comunidad Valenciana. Los terrenos agrarios estudiados se sitúan al Norte de este parque en los términos municipales de la ciudad de Elche (aprox. 228348 habitantes en 2008) y de la de Crevillente (aprox. 28432 Habitantes en 2008). El límite del parque se ubica a menos de 10 kilómetros de Elche y la evolución urbanística de la ciudad afecta claramente la dinámica del territorio agrícola analizado.

El paisaje agrario de esta zona se originó en el siglo XII como consecuencia de una transformación a regadío de los terrenos del margen derecho del río Vinalopó a cultivar por la población morisca de la ciudad de Elche. El patrón territorial resultante supuso un incremento claro en la productividad de la zona y se ha mantenido con pocas modificaciones hasta que se inició la mecanización e intensificación de las actividades agrícolas a partir de mediados de los años 1960. Las características ambientales de la zona han sufrido un proceso de homogeneización poco deseable como consecuencia de los cambios de usos del suelo asociados a, la modernización de los sistemas de irrigación de los años 70 y los planes de modernización de regadíos de finales de los 90 y actuales.

El Parque Natural de El Hondo es un ecosistema fuertemente artificializado. Se trata de una depresión endorreica natu-

Efectos de los cambios de uso en suelo agrario 1956-2008 en la conservación de grandes árboles en el entorno del Parque Natural de El Hondo (Alicante, España)

ral modificada mediante la construcción de motas de tierra en dos grandes embalses para riego en la primera mitad del s.XX. El agua que inunda los embalses de El Hondo procede de una estación de bombeo en las proximidades de la desembocadura del río Segura. Es bombeada hacia los embalses que componen el Hondo en los períodos de lluvias intensas. Los cultivos de hortalizas, granados, viveros (principalmente plantaciones monoespecíficas de palmeras), forrajeros y de cítricos en menor extensión son los dominantes en la zona. En la zona de estudio se encuentran los tipos de cultivos más productivos que se dan alrededor de El Hondo.

En un estudio previo (SANCHEZ-ALBERT M.A. et al., 2009), se seleccionó la zona agrícola con mayor complejidad estructural a nivel paisajístico que se encontraba en el entorno del parque en su mitad más septentrional (zona en blanco representada con un 1 en el Mapa 1.b.). Esta zona incluye el relieve natural de los conos deltaicos antiguos del Río Vinalopó y su transición sobre el lecho de los antiguos marjales asociados a la bahía de Elche (SEVA et al. 2006), así como otros abanicos aluviales de barrancos de la Sierra de Crevillente y de sus estribaciones. Dada su heterogeneidad ambiental, esta superficie se dividió en subzonas más homogéneas para centrar nuestra atención en primer lugar en las áreas con ma-

Fig 1:

a) Localización de la zona de estudio en negro, dentro de la Península Ibérica.

b) La zona sombreada coincide con la imagen en negro de la figura 1.a. Los cuerpos de agua aparecen en azul y El Hondo está situado bajo la zona blanca número 1, la cual coincide con la zona de mayor complejidad agrícola, fruto de un estudio previo realizado. Se aprecian también los cursos de agua del río Vinalopó en la parte Norte y el río Segura en la parte Sur y los asentamientos humanos como las zonas punteadas.

c) El rectángulo blanco coincide con el área que abarca nuestro estudio y dónde se puede apreciar las 2 subzonas (subzona 2 y subzona 5) ambientales en blanco en las que nos hemos centrado.

Efectos de los cambios de uso en suelo agrario 1956-2008 en la conservación de grandes árboles en el entorno del Parque Natural de El Hondo (Alicante, España)

yor valor ecológico potencial. Para ello se tuvieron en cuenta las líneas del trazado del cauce del río Vinalopó, de la estructura espacial de los conos del delta del río y el límite del parque natural. Se consideraron también las curvas de nivel cada 10 metros de cota, que se solaparon con los límites anteriores. Esta división dio lugar a un total de 16 subzonas, de las cuales se escogieron dos representativas del territorio que consideramos que tienen mayor interacción con los procesos ecológicos que afectan al parque debido a su mayor interconexión hídrica. Estas subzonas se corresponden con las numeradas 2 y 5, tal y como se muestra en el Mapa 1.c.

La primera de ellas tiene un total de 1242.90 hectáreas y se localiza en el término municipal de Elche. Se ubica sobre materiales del delta antiguo del Vinalopó y predominan el cultivo de hortalizas, arbóreos de palmeras y de granado. La segunda de ellas tiene un total de 1211.43 hectáreas y se localiza en el término municipal de Crevillente. A diferencia de la subzona 2 el sustrato corresponde al lecho antiguo de la marjal con tramos cubiertos por materiales de los abanicos aluviales de ramblas próximas. El cultivo predominante no es arbóreo sino herbáceo destacando el cultivo de alfalfa. Estas subzonas abarcan las partidas correspondientes a 4 pedanías pertenecientes a estos dos términos municipales: Matola, Puçol

que pertenecen a Elche y San Felipe Neri y Realengo que pertenecen a Crevillente.

La caracterización se centró en la identificación de árboles de gran porte en las subzonas mencionadas que reflejarían los niveles más bajos de artificialización en el entorno de El Hondo. Estos grandes árboles tienen una gran importancia como zonas de refugio y puntos de paso para fauna.

Obtención de datos

El análisis territorial que permitiera identificar tanto la estructura agraria como localizar los pies de estos árboles de gran porte se planteó inicialmente mediante el análisis de las fotografías aéreas verticales disponibles para 1956 y 2003. La imagen de 1956 permitía observar la estructura del paisaje agrario tradicional y la red de elementos relevantes para la biodiversidad. y la segunda fecha permitía identificar una parte importante de los cambios recientes, aunque no todos, dado que muchas de estas transformaciones están todavía en curso. Un inventario de campo más detallado pero limitado se llevó a cabo en 2008.

Para la selección de las parcelas de cada subzona se utilizaron dos fotomontajes; uno realizado a partir de ortofotos obtenidas en nuestro laboratorio por georectificación de una

Efectos de los cambios de uso en suelo agrario 1956-2008 en la conservación de grandes árboles en el entorno del Parque Natural de El Hondo (Alicante, España)

serie de fotos aéreas verticales (blanco y negro) del vuelo de 1956 (Centro Cartográfico del Ejército del Aire) y otro procedente del Instituto Cartográfico Valenciano a partir del vuelo de 2003 (color). Se dividió cada subzona con una retícula cuadrada de 100 metros de lado, de tal modo que cada unidad de observación equivalía a 1 hectárea. Dentro de cada subzona se muestreó respectivamente el 10% y 5% de las cuadrículas resultantes a fin de obtener una caracterización representativa del territorio. Por lo tanto, se muestrearon un total de 124 celdas en la subzona 2 y 63 en la subzona 5, escogiéndose estas al azar. Véase en la figura 2 los cuadraditos que muestran su distribución.

Mediante la utilización de Sistemas de Información Geográfica (CartaLinx y ArcGIS) se obtuvieron las imágenes individuales ampliadas a escala 1:2000, con el fin de facilitar el reconocimiento de los elementos a estudiar. Para la comparación, se estableció que las manchas que aparecían en las fotografías de 1956 y que identificábamos como árboles aislados de gran porte, debían tener un diámetro mayor de 4 milímetros. Estas imágenes se imprimieron en papel para su posterior utilización en la verificación e inventario de campo. Se comparaban mediante observación directa de las fotografías aéreas de 1956 y las de 2003, que tenían mejor resolu-

Fig 2:

Área que abarca nuestro estudio, con la masa de agua de El Hondo en negro y las dos subzonas (2 y 5) en blanco en las que se pueden apreciar las celdas elegidas al azar, en las que centramos la caracterización.

Efectos de los cambios de uso en suelo agrario 1956-2008 en la conservación de grandes árboles en el entorno del Parque Natural de El Hondo (Alicante, España)

ción que el fotomontaje usando las imágenes impresas como guía de ubicación.

El muestreo de campo se llevó a cabo en 2008 y permitió identificar con exactitud los individuos conservados, perdidos y nuevos. Se identificó la especie de todos los árboles de gran porte que aparecían en cada cuadrado seleccionado, midiendo su altura total. El criterio que se estableció para incluirlos como árboles de gran porte fue que el diámetro de copa y la altura total fueran igual o superior a 8 y 7 metros respectivamente. A partir de estos datos se calculó la densidad de árboles por hectárea y por kilómetro cuadrado. Este muestreo también permitió caracterizar de forma preliminar las tendencias espaciales en la abundancia y cambios en la distribución de estos grandes árboles (GA) y su conexión con las actividades agrarias o cambios de usos dominantes.

Resultados

Se identificaron un total de 12 especies distintas de grandes árboles. Las que aparecían en ambas subzonas fueron: *Phoenix dactylifera* L. (Palmera datilera), *Olea europaea* subsp. *europaea* L. (Olivo), *Morus alba* L. (Morera blanca) y *Pinus halepensis* Mill. (Pino carrasco). Las que solo aparecían en la subzona 2 fueron: *Washingtonia filifera* (Lindl.)

H.Wendl, *Ulmus minor* Mill. (Olmo común), *Ficus carica* L. (Higuera), *Ceratonia siliqua* L. (Algarrobo), *Populus alba* L. (Álamo blanco) y *Myoporum laetum* G. Forst. (Mioporo). Y las exclusivas de la subzona 5 fueron: *Tamarix sp.* L. (Taray) y *Eucalyptus globulus* Labill. (Eucalpto).

Tendencias generales entre 1956 y 2008

A partir de los datos obtenidos para las parcelas analizadas se calcularon los principales descriptores recogidos en la tabla 1. El número estimado de árboles que había en 1956 en las áreas estudiadas era de 2285 árboles y 615 árboles en la subzona 2 y 5 respectivamente. Esto implicaría una densidad media de 1,84 árboles por hectárea en la zona 2 y 0,51 árboles por hectárea en la zona 5. Siendo unas cuatro veces mayor en la zona sobre materiales deltaicos y con huerta que en la zona de la antigua marjal y con cultivos forrajeros.

En 2008, se estimó en un total de 1574 árboles para toda la subzona 2 y 481 árboles para toda la subzona 5. Estas cifras incluyen los árboles plantados con posterioridad a 1956 y representan 1,27 y 0,40 árboles por hectárea de media en cada zona respectivamente. Los resultados ponen en evidencia la gran pérdida neta de árboles de gran porte que ha tenido lu-

**Efectos de los cambios de uso en suelo agrario 1956-2008
en la conservación de grandes árboles en el entorno del
Parque Natural de El Hondo (Alicante, España)**

Tabla 1
**Evolución temporal de la Densidad de Grandes Árboles
y GAC (Grandes Árboles Conservados) en las zonas
estudiadas**

	DENSIDAD Grandes árboles/km²	
	SUBZONA 2	SUBZONA 5
Grandes árboles en 1956 (arb/km²)	183.87	50.79
Grandes árboles en 2008 (arb/km²)	126.61	39.68
GAC < 50 años (arb/km²)	22.58	28.57
GAC > 50 años (arb/km²)	104.03	11.11
Grandes árboles > 50 años desaparecidos (arb/km²)	79.8	39.7
% desaparecidos respecto de los que había en 1956	43.4	78.1
% GAC < 50 años respecto de los grandes árboles en 2008	17.8	72.0
% GAC < 50 años respecto de los grandes árboles en 1956	12.3	56.3

gar en la subzona 2 donde la pérdida supone un 31,1 por cien frente al 21,9 por cien de la zona 5.

No obstante, si consideramos los grandes árboles conservados en 2008 de los existentes en 1956 la situación cambia 104 de los 184 árboles por kilómetro cuadrado de la subzona 2 se mantienen mientras que solo 11 de los 51 árboles por kilómetro cuadrado para la subzona 5. Es decir el 56,6% de los grandes árboles presentes en 1956 de la subzona 2 se conservan frente a solo el 21,9% de los de la subzona 5.

En cambio, si nos fijamos en el número de grandes árboles con edades inferiores a 50 años, se puede observar que en la subzona 5 han aparecido un mayor número de árboles, 28,57 frente a los 22,58 árboles por kilómetro cuadrado en la subzona 2. En la subzona 5 los árboles nuevos representan un 56,3% respecto del número de árboles presentes en 1956 mientras que en la subzona 2 tan solo representan el 12,3%. La diferencia aumenta entre ambas subzonas si observamos el porcentaje que representan estos grandes árboles nuevos de menos de 50 años en el conjunto de árboles presentes en 2008. Un 72,0 % para la subzona 5 frente a un 17,8% de la zona 2.

Estos valores medios no corresponden con la distribución real observada de árboles en ambas zonas. Si prestamos

Efectos de los cambios de uso en suelo agrario 1956-2008 en la conservación de grandes árboles en el entorno del Parque Natural de El Hondo (Alicante, España)

atención a las tendencias observadas en las celdas de territorio analizadas, el porcentaje de ellas carentes de grandes árboles en 1956 era del 47,6% para la subzona 2 y de 82,5% para la subzona 5. De ellas, tal como se indica en la tabla 2 el 40,32% y el 69,8% para las subzonas 2 y 5 respectivamente siguen sin presentar ningún GA en 2008. Curiosamente el porcentaje de celdas que tenían grandes árboles en 1956 y han desaparecido en 2008 es mayor en la zona 2 (27,4%) que en la zona 5 (12,7%). Las celdas que se han mantenido igual o han aumentado su número de GA fueron el 16,1% en la subzona 2 y tan solo el 3,2% en la subzona 5.

Si consideramos los tipos de evolución de las celdas que han tenido o tiene algún GA el patrón varía entre ambas subzonas. Para la subzona 2 sería:

SI56_NO08 >> SI56=SI08 > SI56>SI08 = NO56_SI08 >> SI56<SI08

mientras que para la subzona 5 sería:

SI56_NO08 = NO56_SI08 >>>> SI56=SI08 > SI56>SI08

No dándose ningún caso, en esta última subzona, en que el número de GA fuera mayor en 2008 que en 1956.

Tabla 2
Evolución temporal 1956-2008 de la presencia de Grandes Árboles en las celdas muestreadas en cada subzona

		NO56_NO08	NO56_SI08	SI56_NO08	SI56=SI08	SI56<SI08	SI56>SI08
SUBZONA 2	% TCM	40,32	7,26	27,42	14,52	1,61	8,87
SUBZONA 2	% CA		12,16	45,95	24,32	2,70	14,86
SUBZONA 5	% TCM	69,84	12,70	12,70	3,17	0,00	1,59
SUBZONA 5	% CA		42,11	42,11	10,53	0,00	5,26

% TCM = % del total celdas muestreadas

% CA = % de celdas con árboles en 1956 ó 2008

NO56_NO08: celdas muestreadas que no tenían GA en 1956 ni en 2008.

NO56_SI08: celdas muestreadas que no tenían GA en 1956 pero sí en 2008.

SI56_NO08: celdas muestreadas que tenían GA en 1956 y no en 2008.

SI56=SI08: celdas muestreadas que tenían los mismos GA en 1956 y también en 2008.

SI56<SI08: celdas muestreadas que tenían menos GA en 1956 que en 2008.

SI56>SI08: celdas muestreadas que tenían más GA en 1956 que en 2008.

Todas las celdas son cuadradas y de 100 metros de lado.

Tendencias por especie de los GAC y de los GA < 50 años

En los GAC, de entre todas las especies, *Phoenix. dactylifera* fue la más abundante (tabla 3 y 4), con valores del 86,05 y 71,4 por cien de la totalidad de árboles conservados para las subzonas 2 y 5 respectivamente. Aunque la diferencia en densidad es de más de un orden de magnitud entre ambas subzonas, con valores de 89,5 y 7,9 árboles por kilómetro cuadrado respectivamente.

El resto de especies presentes varían considerablemente tanto en densidad como en porcentaje de presencia. Olivo es la especie con mayor densidad entre las conservadas con valores de 4 y 3,1 árboles por kilómetro cuadrado en las subzonas 2 y 5 respectivamente. Mientras que esta especie acumula 28,6% de los GAC en la subzona 5, tan solo representa el 3,9% de estos en la subzona 2. Pino carrasco (4), Washingtonia (2,4) y Morera (1,6) presentan valores superiores a 1 árbol por kilómetro cuadrado en esta subzona, mientras que Olmo, Higuera y Algarrobo (0,8) no alcanzan ese valor.

En cuanto a los grandes árboles de menos de 50 años, *Phoenix. dactylifera* sigue siendo la especie plantada más abundante para la subzona 2 con 16,1 árboles nuevos introducidos por kilómetro cuadrado. Sin embargo, en la subzona

Tabla 3
Inventario de grandes árboles conservados (GAC) > y < de 50 años por especie en la subzona 2

Especie	Densidad total GAC (Árboles/ km²)	Densidad GAC < 50 años (Árboles/ km²)	% de cada sp. respecto del total de GAC	% de cada sp. respecto del total de GAC < 50 años
<i>P. dactylifera</i>	89.52	16.13	86.05	71.4
<i>W. filifera</i>	2.42		2.3	
<i>O. europaea</i>	4.03		3.9	
<i>U. minor</i>	0.81		0.8	
<i>M. alba</i>	1.61	0.81	1.6	3.6
<i>F. carica</i>	0.81		0.8	
<i>C. siliqua</i>	0.81	0.81	0.8	3.6
<i>P. halepensis</i>	4.03	3.23	3.9	14.3
<i>P. alba</i>		0.81		3.6
<i>M. laetum</i>		0.81		3.6

Efectos de los cambios de uso en suelo agrario 1956-2008 en la conservación de grandes árboles en el entorno del Parque Natural de El Hondo (Alicante, España)

5 Pino carrasco ha sido incrementado en mayor medida con 7,9 árboles por kilómetro cuadrado, seguido de Eucalipto, Morera y Palmera datilera con un valor de 6,4. El Taray es la especie que se ha introducido con menor densidad 1,6 árboles por kilómetro cuadrado en esta subzona. Sin embargo, destaca que 4 de las especies nuevas plantadas en la subzona 2 (Morera, Algarrobo, Chopo blanco y Mioporo (0,8)) no llegan a 1 árbol por kilómetro cuadrado.

En lo referente a los patrones de distribución espacial de GA para cada especie se observó que en la subzona 2 solo *Phoenix dactylifera*, *Washingtonia filifera* y *Olea europaea* entre los GAC y *Phoenix dactylifera* y *Pinus halepensis* entre los GA de menos de 50 años pueden presentar más de un pie por celda. El valor máximo observado respectivamente para estas especies fue de 18, 3, 2, 5 y 3 pies por hectarea. En el caso de los GAC de palmera datilera la mediana de la distribución de frecuencias por celda se encontró en 4 pies por hectárea.

La subzona 5 mostró valores máximos de frecuencias por celda de 4 y 2 para los GAC de *Phoenix dactylifera* y *Olea europaea* respectivamente. Este mismo descriptor alcanzo para los GA de menos de 50 años valores de 4 para *Pinus halepensis* y *Morus alba* y de 3 para *Phoenix dactylifera* y *Eucalyptus globulus*.

Tabla 4
Inventario de grandes árboles conservados (GAC) > y < de 50 años por especie en la subzona 5

Especie	Densidad total GAC (Árboles/ km²)	Densidad GAC < 50 años (Árboles/ km²)	% de cada sp. respecto del total de GAC	% de cada sp. respecto del total de GAC < 50 años
<i>P. dactylifera</i>	7.94	6.35	71.4	22.2
<i>O. europaea</i>	3.17		28.6	
<i>M. alba</i>		6.35		22.2
<i>P. halepensis</i>		7.94		27.8
<i>Tamarix sp</i>		1.59		5.6
<i>E. globulus</i>		6.35		22.2

Discusión

Los cambios de uso del suelo pueden afectar en gran medida a la capacidad de dispersión de las especies, dando lugar a procesos de fragmentación de estas poblaciones y los consiguientes problemas para su conservación (SASTRE, P. et al. 2002). En nuestra zona de estudio la transformación del paisaje agrario se ha producido asociada al aumento de la productividad y al desarrollo de redes de riego, siendo esta

Efectos de los cambios de uso en suelo agrario 1956-2008 en la conservación de grandes árboles en el entorno del Parque Natural de El Hondo (Alicante, España)

actividad una de las de mayor impacto. El aumento en productividad se ha buscado mediante un aumento en la superficie de las explotaciones y en las variedades de los cultivos agrícolas. Esta dinámica conlleva la eliminación de elementos del paisaje que favorecen el mantenimiento de distintas comunidades de flora y fauna relevantes en el entorno de un parque natural como es El Hondo.

Diferentes especies animales utilizan distintos tipos de hábitat, y cada especie tiene requerimientos distintos en cuanto a la cantidad de hábitat (tamaño del fragmento) para persistir. Además, muchas especies necesitan más de un tipo de hábitat dentro de su ciclo de vida. Por lo tanto, los patrones del paisaje que mantienen las cantidades requeridas de hábitat, y que además combinan los diferentes tipos de hábitat tanto como sea posible, deberían producir las respuestas más positivas a nivel de biodiversidad (FAHRIG, L. 2003). En este sentido juegan un papel muy importante la presencia de parches o puntos de paso que promueven la conectividad entre estos hábitat aislados, con el fin de evitar una pérdida de biodiversidad. Por esto, se deben conservar las conexiones funcionales entre los espacios de interés natural inmersos en el territorio (GURRUTXAGA, M. 2004). Esto es especialmente cierto para manchas pequeñas, que pueden experimentar

periódicamente extinciones locales pero que pueden ser re-colonizadas a partir de manchas vecinas si están bien conectadas (MINOR, E. 2007)

Los árboles de gran porte pueden actuar como vías de conexión que favorecen el movimiento de muchas especies y ofrecen refugio para muchas otras. Así, estos grupos de fauna pueden abarcar mayores áreas dentro de grandes zonas de paisaje fragmentado. Muchos estudios sugieren que árboles aislados pueden jugar un papel importante en hacer posible que especies animales persistan dentro de sistemas agrícolas dado que proveen habitats y recursos (HARVEY, C.A. & HABER, W.A., 1999). Cómo ya se ha dicho anteriormente, a muchas especies de fauna además de utilizarlos como posaderos en el caso de las aves, pueden proporcionarles refugio y lugares de nidificación y cría en los huecos que puedan tener sus troncos. Igualmente, los árboles aislados sirven a menudo como una fuente de propágulos para la regeneración forestal tanto porque producen semillas en ese lugar, como porque pájaros y murciélagos que visitan sus copas regurgitan o defecan semillas de plantas forestales mientras que están posados en los árboles (HARVEY, C.A. 2000) (HARVEY, C.A. & HABER, W.A., 1999).

Efectos de los cambios de uso en suelo agrario 1956-2008 en la conservación de grandes árboles en el entorno del Parque Natural de El Hondo (Alicante, España)

El presente estudio pone en evidencia la gran pérdida neta de grandes árboles que ha tenido lugar en estos últimos 50 años en las proximidades de El Hondo. Las dos subzonas de estudio han experimentado una gran disminución en el número de pies, aproximadamente un tercio de los existentes en 1956 en la subzona 2 y una quinta parte de los existentes en la subzona 5. Este hecho se traduce de forma distinta espacialmente a escala de paisaje, ya que se pone en evidencia una distribución agregada de los GA. El 40% para la subzona 2 y el 70% de la subzona 5 nunca han tenido GA en el periodo analizado. Por otra parte, en lo que se refiere a la conservación de GA y de los pequeños habitats asociados estaríamos entre un 4,8% y un 25% del territorio de la zona 5 y 2 respectivamente (tabla 2). Potencialmente las características ambientales (a pequeña escala) singulares y mantenidas en el tiempo pueden reflejar la presencia de islas de diversidad biológica en diferentes compartimentos de estos habitats y para muy diferentes organismos. El análisis del papel que estas porciones de territorio tienen en la riqueza y diversidad biológica de diferentes zonas de este paisaje resultará muy relevante en la gestión sostenible de estos territorios muy interconectados por proximidad espacial con el parque natural de El Hondo. Este estudio nos permitirá elegir justificadamente los enclaves a estudiar en un futuro próxi-

mo. También se ha puesto en evidencia sobre todo en la subzona 5 la aparición de GA nuevos que compensan el número de GA desaparecidos en número, aunque sería importante valorar si esta similitud numérica se corresponde a nivel de su funcionalidad ecológica.

Cabe destacar también el alto número de pies que se han conservado sobre todo en la subzona 2, desde el año 1956 hasta el 2008 y que por tanto, son elementos que podrían ser muy beneficiosos como puntos de conservación de la biodiversidad y para los que habría que definir y sugerir mecanismos reales para conseguir la implicación de la gestión local. El hecho de que exista una clara dominancia de palmera datilera debe facilitar la incorporación de nuevos aspectos de conservación y potenciación del papel ecológico que esta especie tiene a la ordenanza municipal ya existente. Debe evaluarse además el papel que la conservación de estos GA puede tener sobre la puesta en valor de los paisajes de agroecosistemas circundantes a la ciudad. Este valor añadido puede resultar beneficioso tanto en la capacidad ecológica para resistir plagas relevantes a nivel agrícola como para definir patrones de usos urbanísticos más integradores y que redundarán en una mayor calidad de vida de sus habitantes.

Efectos de los cambios de uso en suelo agrario 1956-2008 en la conservación de grandes árboles en el entorno del Parque Natural de El Hondo (Alicante, España)

En lo que se refiere a la subzona 5 resulta fundamental y prioritario evitar la pérdida de los GAC que se han conservado (tabla 1) dado su menor número. Resulta primordial también fomentar la plantación de árboles aislados, en línea, o de setos de otras especies frugívoras (*Opuntia* por ejemplo) que permitan la exclusión de fragmentos de terreno de la roturación. La subzona 5 se ha visto afectada en mayor medida por los cambios en el uso del suelo, provocando la desaparición de más de la mitad de los árboles presentes hace 50 años. La mayor parte de los cultivos agrícolas de la subzona 5 estudiada están basados, en la actualidad, en cultivo de herbáceas, sobre todo alfalfa (*Medicago sativa* L.). Esta subzona con un 70% de su territorio desprovisto de árboles desde 1956 es el área más cercana a la masa de agua del El Hondo y con suelos menos aptos para el cultivo, por su mayor salinidad. Esta aparente limitación debe emplearse para buscar un nuevo diseño del patrón agrario existente que busque valor añadido en la diversidad biológica asociada a una zona húmeda.

La mayoría de los pies conservados en ambas subzonas pertenecen a la especie *Phoenix dactylifera*. Una gran parte de estos son restos de cultivos antiguos, setos que seguían los cauces de acequias o setos que se plantaban alrededor de cultivos herbáceos. En algunos casos las palmeras han que-

dado aisladas completamente y en otros han quedado como pies remanentes dentro de un seto antiguo en el cual han ido creciendo nuevos pies siguiendo la línea del seto. Las diferencias observadas en la densidad de palmera por celda en la subzona 2, puede deberse a que la mayoría de los pies contabilizados estaban situadas siguiendo la línea de antiguos setos, y por tanto estaban más agrupados. Este patrón tiene un beneficio de regeneración autónoma y gratuita de las comunidades bióticas asociadas a estos elementos lineales del paisaje. HARVEY C. (2000) indica que la alta densidad de plántulas dentro de los setos cortavientos de árboles remanentes es parcialmente el resultado de la elevada deposición de semillas bajo las copas de los árboles remanentes.

Es necesario realizar a partir de estos resultados un estudio más exhaustivo sobre la conectividad de las zonas agrícolas que rodean El Hondo con las masas de agua propiamente dicha, con el fin de obtener evidencias sobre el movimiento de especies a través del mosaico que forman los grandes árboles reconocidos. Por otra parte, también sería interesante estudiar los índices de biodiversidad para estos árboles, y poder así, estimar su función ecológica dentro del hábitat específico que forman las zonas colindantes al Parque.

Efectos de los cambios de uso en suelo agrario 1956-2008 en la conservación de grandes árboles en el entorno del Parque Natural de El Hondo (Alicante, España)

La fragmentación de ecosistemas naturales o de agroecosistemas por actividades humanas es un proceso creciente como consecuencia del incremento poblacional o de transformaciones en búsqueda de un incremento de la productividad agraria. Estas modificaciones en el uso del suelo, sobre todo en lo que se refiere a creación de nuevas zonas de cultivo, tiene la potencialidad de generar una elevada heterogeneidad ambiental y en consecuencia de la biodiversidad asociada. Sin embargo, en la mayoría de los casos, esta perspectiva no se considera en las fases de diseño de estos proyectos provocando que los protocolos de control del impacto ambiental resulten poco eficaces en la conservación y valorización del patrimonio natural presente. Este hecho combinado con una escasa información sobre censos reales de biodiversidad para muchos grupos de organismos conduce a un deterioro de los servicios de los ecosistemas por artificialización. Sus consecuencias son detectables a posteriori y representan en ocasiones un escenario de «tierra quemada». Las posibilidades de restauración de muchas de estas zonas resulta más costosa y por lo tanto poco viable. La gestión de esta heterogeneidad en lo que se refiere al tamaño, disposición y características de los elementos de ese paisaje tendría un efecto potenciador de muchos servicios y en consecuencia bienes obtenidos de estos ecosistemas.

Conclusiones

Las dos subzonas consideradas en la parte norte del entorno del parque natural de El Hondo presentan abundancias y evolución distinta entre 1956 y 2008 en el número de grandes árboles presentes, conservados y desaparecidos.

Se identificaron un total de 12 especies distintas de grandes árboles. Cuatro de ellas comunes en ambas subzonas, seis exclusivas de la subzona 2 y dos exclusiva de la subzona 5. *Phoenix dactylifera* es dominante representando en ambas zonas más del 70% de los grandes árboles existentes.

La densidad media de grandes árboles incluida en término de Elche es 1,84 pies por hectárea mientras que en la subzona incluida en término de Crevillente es de 0,51 pies por hectárea. No obstante, las densidades reales pueden llegar a 18 pies por hectárea para palmera datilera, aunque la mediana de las zonas en que está presente es algo inferior a 4 pies por hectárea.

La fracción de territorio que presenta un gran árbol conservado a menos de 100 metros puede oscilar entre un 16,1% y un 25% para la subzona 2 y entre un 3,2% y un 4,7% para la subzona 5.

Efectos de los cambios de uso en suelo agrario 1956-2008 en la conservación de grandes árboles en el entorno del Parque Natural de El Hondo (Alicante, España)

Reforzar las medidas de protección de estos grandes árboles resulta necesario para detener su desaparición como elementos con alta potencialidad en la conectividad de estos paisajes. Se sugiere una actualización de la ordenanza municipal existente para la ciudad de Elche que contemple la figura de grandes árboles para la subzona 2. Para la subzona 5, incluida mayoritariamente en término de Crevillente, se sugiere un plan para fomentar la plantación de árboles aislados o en línea y de setos con especies frugívoras para conseguir reservas de terreno exentas de roturación en periodos amplios de tiempo.

Agradecimientos

Este estudio se llevó a cabo dentro del Proyecto WADI (INCO2003-MPC2-015226) y fue financiado por la Comisión Europea.

This study was conducted within the WADI Project (INCO2003-MPC2-015226) and financed by the European Commission.

Referencias bibliográficas

BOSCOLO D., CANDIA-GALLARDO C., AWADE M. and METZGER J.P. 2008. Importance of interhabitat gaps and stepping-stones for lesser woodcreepers (*Xiphorhynchus fuscus*) in the Atlantic Forest, Brazil. *Biotropica* 40(3): 273-276.

- FAHRIG L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 34: 487-515.
- GURRUTXAGA M. 2004. Conectividad ecológica del territorio y conservación de la Biodiversidad. Nuevas perspectivas en ecología del paisaje y ordenación territorial. Departamento de agricultura y pesca. Gobierno Vasco.
- HARVEY C.A. 2000. Colonization of agricultural windbreaks by forest trees: effects of connectivity and remnant trees. *Ecological Applications*, 10(6), pp. 1762-1773.
- HARVEY C.A. and HABER W.A., 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry Systems* 44: 37-68.
- MINOR E.S. and URBAN D. L. 2007. Graph theory as a proxy for spatially explicit population models in conservation planning. *Ecological Applications*, 17(6). pp. 1771-1782.
- ORLOWSKI G., NOWAK L. 2006. The importance of marginal habitats for the conservation of old trees in agricultural landscapes. *Landscapes and Urban Planning* 79: 77-83.
- SANCHEZ-ALBERT M.A., PASTOR-LOPEZ A., NOVELLA-FERRANDIZ I., MARTINEZ-PEREZ J.E., PEREZ-LAHIGUERA J.A. 2009. GIS-assisted quantification of changes between 1956 and 2003 in the hedgerow network of El Hondo Nature Park ecosystem in Alicante region, Spain. pp. 81-91. In: Sustainable management of Mediterranean coastal fresh and transitional water bodies: a socio-economic and environmental analysis of changes and trends to en-

Efectos de los cambios de uso en suelo agrario 1956-2008 en la conservación de grandes árboles en el entorno del Parque Natural de El Hondo (Alicante, España)

hance and sustain stakeholder benefits / Editors Felicita Scapini, Jean-Marc Boffa, Elisabeth Conrad, Louis F. Cassar and Mariella Nardi. – Firenze: Firenze University Press, 2009. <http://digital.casalini.it/9788864530154>

SASTRE P., DE LUCIO J.V., MARTINEZ C. 2002. Modelos de conectividad del paisaje a distintas escalas. Ejemplos de aplicación en la Comunidad de Madrid. Ecosistemas 2, Mayo-Agosto.

SEVA, E., MARTIN, J., MARTINEZ-PEREZ, J.E., PASTOR-LOPEZ A. 2006. Les relations entre les changements des paysages du bassin du fleuve Segura et les écosystèmes dunaires de son embouchure (Espagne sud orientale). pg.31-42. En: The mediterranean coastal areas from watershed to the sea: interactions and changes / F. Scapini Ed. Firenze University Press

1. Dep. of Ecology / IMEM-MIES (Multidisciplinary Institute for Environmental Studies – Ramon Margalef), University of Alicante Ap.99 Alicante E- 03080 SPAIN.
Contact e-mail: Antonio.Pastor@ua.es
2. Environmental Cartography Lab, University of Alicante Ap.99 Alicante E- 03080 SPAIN.