



5º CONGRESO FORESTAL
ESPAÑOL

5º Congreso Forestal Español

Montes y sociedad: Saber qué hacer.

REF.: 5CFE01-108

Editores: S.E.C.F. - Junta de Castilla y León
Ávila, 21 a 25 de septiembre de 2009
ISBN: 978-84-936854-6-1
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Evolución de la estructura del paisaje español entre 1956 y 1998 en relación con factores ambientales

ORTEGA QUERO, M.¹, BUNCE, R.G.H.², GARCÍA DEL BARRIO, J.M.³ y ELENA ROSSELLÓ, R.¹

¹Departamento de Silvopascicultura. Escuela Universitaria de Ingenieros Técnicos Forestales EUITF. UPM. Madrid.

ortega@inia.es ramon.elena.rossello@upm.es

²Alterra, P.O. Box 47, 6700 AA Wageningen, The Netherlands. Bob.Bunce@wur.nl

³Departamento de Sistemas y Recursos Forestales. Centro de Investigación Forestal CIFOR. Instituto Nacional de investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria INIA. Madrid. España. jmgarcia@inia.es

Resumen

Se presentan los principales resultados de la evolución de la estructura del paisaje español (proyecto SISPARES) y su relación con factores medioambientales. La hipótesis principal es que la dependencia entre la estructura del paisaje y los factores ambientales está disminuyendo con el tiempo. Los datos de composición y configuración de paisaje fueron tomados mediante interpretación de fotografías aéreas tomadas en los años 1956, 1984 y 1998 en 206 parcelas de 4x4 km², siguiendo un diseño de muestreo basado en la estratificación biogeoclimática de España (proyecto CLATERES). Se han tenido en cuenta variables geográficas junto con variables puramente ambientales y utilizado modelos lineales generalizados de medidas repetidas para determinar la importancia de los efectos ambientales con respecto a los geográficos en los patrones de paisaje. Las variables ambientales utilizadas para analizar los índices estructurales del paisaje fueron: aridez, litología y topografía.

Existe una mayor dependencia ambiental en la composición que en la configuración del paisaje. Las variables ambientales tuvieron un mayor efecto sobre la estructura del paisaje que las geográficas. Entre aquellas, la aridez climática y la topografía influyeron más que la litología. La composición se mostró en general estable a lo largo del periodo de estudio con algunas excepciones. Sin embargo, se observó una fragmentación significativa que indica la necesidad de analizar los índices de configuración para detectar los cambios de paisaje.

Palabras clave

Efectos climáticos, Índices de estructura, Ecología del paisaje, Composición, Configuración, Litología, Geografía.

1. Introducción

El paisaje, definido como un sistema de ecosistemas que tiene una distribución espacial de sus elementos con una función y dinámica específicas (FORMAN Y GODRON, 1986), depende hoy día tanto de factores ambientales como humanos, pero la relativa influencia de cada uno de ellos no es conocida. Para su análisis se necesita una aproximación holística del paisaje (NAVEH, 2000), como la que se llevo a cabo en el estudio de ORTEGA et al., 2008. En el se analizó la evolución de la estructura del paisaje español a través de su composición en coberturas vegetales y usos del suelo y de su configuración que se refiere a la forma y distribución espacial de sus elementos. El territorio español por su amplio abanico de mesoclimas, litologías y rangos de altitud, así como por su larga historia cultural (Griegos, Fenicios, Romanos, Godos, Musulmanes y Cristianos dejaron sus huellas en nuestros paisajes

como se describe en QUEZEL et al., 1977) resulta especialmente adecuado para este tipo de análisis.

En España el análisis de la evolución del paisaje a escala nacional no había sido abordado hasta ahora, aunque existen estudios similares a escala local (ÁLVAREZ-COBELAS, 2007). Recientemente, los paisajes rurales españoles han sido monitoreados mediante el sistema SISPARES (Bolaños et al., 2001), capaz de suministrar una amplia base de datos sobre distribución, estructura y dinámica del paisaje español desde 1956 hasta 1998, en el cual se han recopilado los datos para la realización del trabajo original.

En otros países europeos existen sistemas de monitoreo de paisajes a escala nacional como el Countryside Survey de Inglaterra (BUNCE et al., 1996 a y b; BARR et al., 1993), el National Inventory of Landscapes (NILS) en Suecia (ESSEN et al., 2007) y el sistema de monitoreo de paisajes Austriaco (SINUS) (PERTERSEIL et al., 2004). Así como proyectos para paisajes concretos como Small Biotope Project que está dentro del programa NOVANA de Dinamarca (SVENDSEN et al., 2005 a y b), que analiza paisajes agrícolas.

2. Objetivos

Presentar los principales resultados y conclusiones del análisis de la evolución de la estructura de paisaje español entre 1956 y 1998 en relación con factores ambientales de tipo climático, litológico y fisiográfico, teniendo en cuenta la variación geográfica que podría enmascarar la influencia de las presiones ambientales y considerando que el resto de la variación será debida a la influencia humana sobre el paisaje.

3. Metodología

La composición y configuración del paisaje español se determinó mediante una red de 206 parcelas de muestreo de 4x4 km (Fig. 1a) basada en un diseño estratificado en las clases biogeoclimáticas de la clasificación CLATERES (ELENA-ROSSELLÓ et al., 1997) que constituye el proyecto SISPARES de seguimiento de paisajes rurales (BOLAÑOS et al., 2001). En cada parcela se delimitaron las teselas de cobertura de suelos y elementos lineales de la red de carreteras tomando como base la interpretación manual de fotografías aéreas de los años 1956, 1984 y 1998 a escala 1:30.000., con un tamaño mínimo de tesela de 1 ha. La tipología de coberturas del suelo se basó en la clasificación CORINE (EEA, 1995).

Para describir la estructura del paisaje se usaron 12 indicadores de composición (10 de tipo de uso del suelo y 2 de diversidad) y 13 de configuración (Tabla 1). Los factores ambientales analizados fueron los principales gradientes geoclimáticos de la clasificación CLATERES: Aridez climática y litología, que los cuales fueron establecidos 5 rangos de aridez que van del húmedo al hiper-árido y 3 litológicos para clasificar las parcelas (Fig. 1b). Así como 4 variables topográficas: Mínimo, máximo, media y rango de altitud de celdas de 25x25 m por parcela. Se controlaron además los efectos de las variables geográficas, longitud y latitud.

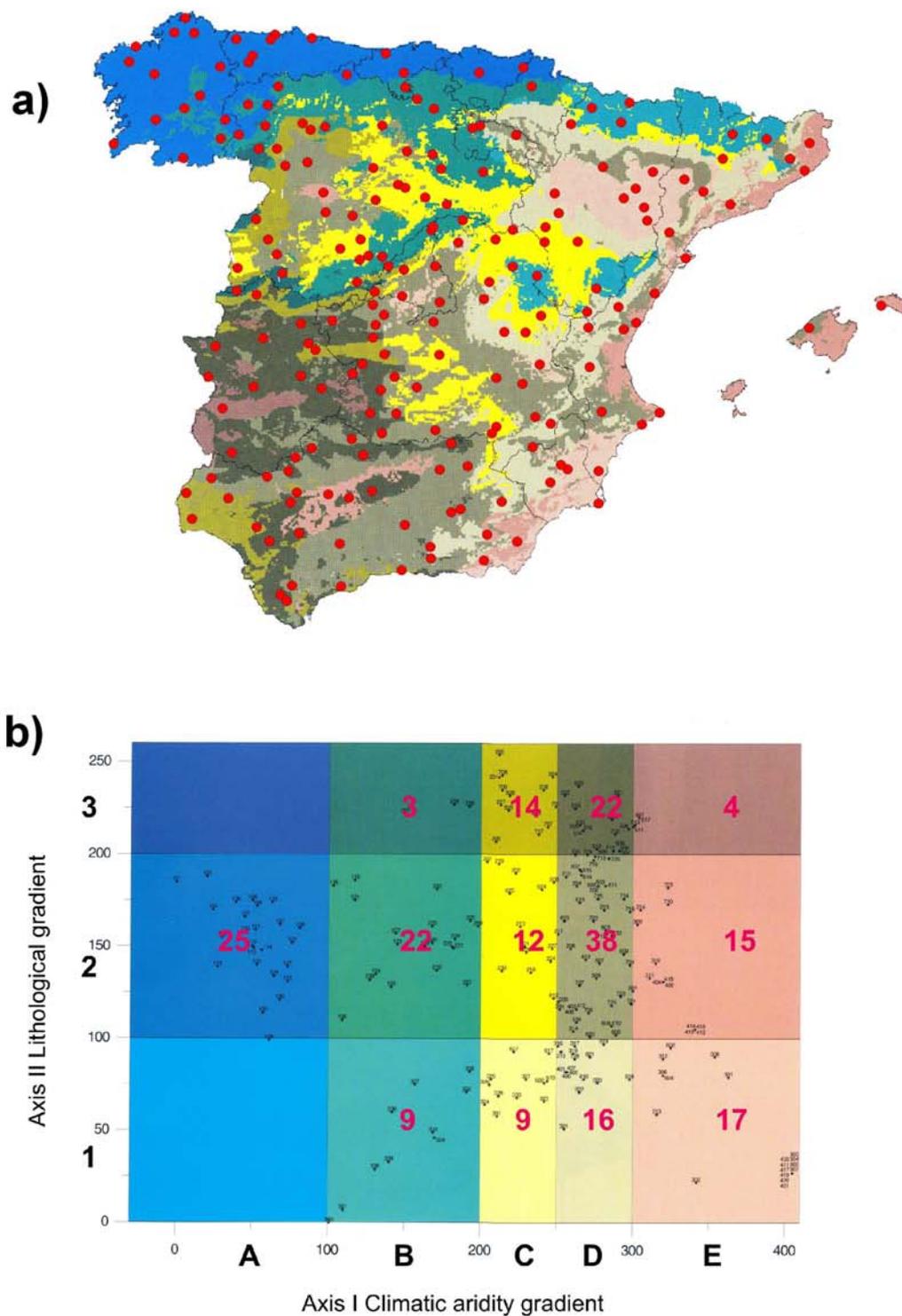


Fig. 1. a) Mapa de España con la localización de las 206 parcelas de SISPARES utilizadas para analizar la composición y configuración del paisaje. b) Distribución de las 206 parcelas en los dos gradientes ambientales, aridez climática y litología.

El análisis estadístico de la evolución temporal de la influencia de factores ambientales en los indicadores se realizó mediante regresión parcial de medidas repetidas, separando los efectos de los factores ambientales y geográficos en: Fracción ambiental pura “AP”, fracción ambiental estructurada por factores geográficos “ASG” y fracción geográfica pura “GP” (LEGENDRE Y LEGENDRE, 1998). La variación total de los indicadores es la suma de estas fracciones y una variación no explicada que en este caso puede ser atribuida al efecto humano como modulador de la estructura del paisaje.

Table 1. Lista de índices usados para describir la composición y configuración del paisaje español en parcelas de 4x4 km². PR y SDI son índices de composición y el resto son de configuración. Todos ellos han sido calculados con el programa FRAGSTATS versión 3 (McGarigal and Marks 1995).

<i>Nombre</i>	<i>Descripción</i>	<i>Referencias</i>
<i>Riqueza de usos, (PR)</i>	<i>Número de tipos de usos o cubiertas vegetales por parcela.</i>	<i>MCGARIGAL & MARKS (1995), EIDEN et al., (2000)</i>
<i>Índice de diversidad del paisaje, (SDI)</i>	<i>Equitatividad de usos y cubiertas vegetales por parcela, calculada con la fórmula de Shannon</i>	<i>EIDEN et al (2000)</i>
<i>Índice de fragmentación del paisaje, (PD)</i>	<i>Número de teselas por muestra. También llamado densidad de teselas. (número/100 ha)</i>	<i>MCGARIGAL & MARKS (1995), EIDEN et al., (2000)</i>
<i>Índice de diversidad de tamaños de tesela, (SHPI)</i>	<i>Equitatividad del tamaño de tesela por parcela, calculado usando la fórmula de Shannon</i>	<i>MCGARIGAL & MARKS (1995)</i>
<i>Densidad de bordes, (ED)</i>	<i>Longitud total de bordes por área de parcela (m/ha)</i>	<i>EIDEN et al (2000)</i>
<i>Dimensión fractal media de tesela, (MPFD)</i>	<i>La dimensión fractal es dos veces el logaritmo del perímetro de la tesela (m) dividido por el logaritmo de área de la tesela(m²)</i>	<i>MCGARIGAL & MARKS (1995)</i>
<i>Distancia media al vecino más próximo (MNN)</i>	<i>Es la media de las distancias más cortas a teselas del mismo tipo (de centro a centro)</i>	<i>MCGARIGAL & MARKS (1995)</i>
<i>Índice de Interspersión y Juxtaposición, (IJI)</i>	<i>Medida de la interspersión de cada tesela en la parcela</i>	<i>MCGARIGAL & MARKS (1995)</i>
<i>Índice de tamaño de tesela máximo, (LPI)</i>	<i>Área de la tesela más grande de la parcela (%)</i>	<i>MCGARIGAL & MARKS (1995)</i>
<i>Media de bordes de tesela (MPE)</i>	<i>Cantidad media de bordes de tesela por parcela</i>	<i>MCGARIGAL & MARKS (1995)</i>
<i>Índice de forma media (MSI)</i>	<i>Suma de los perímetros de cada tesela dividido por la raíz cuadrada del área de la tesela (ha) de todas las teselas, dividido por el número de teselas de la parcela</i>	<i>MCGARIGAL & MARKS (1995)</i>
<i>Tasa media Perímetro Área (MPAR)</i>	<i>Tasa media del perímetro (m) de cada tesela a su área (m²)</i>	<i>MCGARIGAL & MARKS (1995)</i>
<i>Densidad de la red de carreteras (RD)</i>	<i>Km de carreteras por parcela</i>	



4. Resultados

Los modelos de regresión parcial de cada uno de los indicadores de composición y configuración, junto con los efectos significativos de las variables ambientales y geográficas, así como el efecto de la variación temporal, se encuentran detallados en Ortega et al., 2008.

El factor ambiental aridez explicó la distribución de los paisajes con predominio de repoblaciones y pastizales en el rango húmedo, de bosques en el semi-húmedo, dehesas en el sub-árido y árido y cultivos en el árido e hiper-árido. El factor ambiental litológico explicó la distribución de los paisajes boscosos y agrícolas en suelos calcáreos, de dehesa en los silíceos y de pastizales en neutros y silíceos. La distribución de los paisajes con predominio de matorral no fue explicada ni por los gradientes de aridez, ni por los litológicos. Las variables topográficas indicaron que los paisajes boscosos se encuentran distribuidos entre los 1.100m y los 1500m snm, que las dehesas se encuentran en altitudes máximas de 500 m snm, los cultivos en rangos altitudinales bajos y los matorrales en rangos altitudinales medios. La diversidad del paisaje disminuyó al aumentar la aridez, se incrementó con la altitud y fue mayor en el nor-oeste de España

La variación temporal fue significativa en los modelos de las repoblaciones, matorrales y cultivos. Se detectó un incremento de un 400% de las repoblaciones entre 1956 y 1984 y una estabilización entre 1984 y 1998, que ha estado relacionado con la política de reforestación española de ese periodo. Igualmente se detectó la disminución de las áreas de cultivo y de matorral entre 1956 y 1984, sin cambios significativos posteriores.

Estos modelos indicaron que los factores ambientales explicaron la variabilidad de la composición del paisaje. Índices de composición como el área ocupada por bosques, matorrales y cultivos tienen una mayor fracción ambiental pura que disminuye durante el periodo de estudio en los dos primeros y aumenta en el tercero (Tabla 2). Otros usos del suelo como repoblaciones, dehesas y pastizales tienen una fracción ambiental pura menor y una fracción ambiental estructura por factores geográficos mayor que indica que su distribución espacial en España se limita a zonas concretas de los gradientes ambientales. Sumando las dos fracciones ambientales se observa que las repoblaciones y las dehesas han perdido dependencia ambiental y los pastizales la mantienen.

Los índices de configuración fueron vagamente explicados por factores ambientales y geográficos, indicando que posiblemente sea la acción humana la responsable de su variabilidad. Solamente la densidad de carreteras (RD) que es un indicador de fragmentación del paisaje ha mostrado una mayor fracción ambiental que aumenta durante el periodo de estudio (Tabla 2). Este índice mostró además un incremento significativo a lo largo del tiempo. Otros índices de configuración como la cantidad de bordes (MPE) y la dimensión fractal (MPFD) que también son indicadores de fragmentación del paisaje, mostraron incrementos significativos durante el periodo de estudio.

A pesar de que la configuración del paisaje parecía poco explicada por los factores ambientales, en este trabajo se demostró que existía una elevada correlación entre los índices de composición y los de configuración del paisaje (Tabla 3) lo que a idea de su importancia.

Tabla 2. Porcentajes de varianza explicada de los índices de composición y configuración del paisaje en el análisis de regresión parcial. AP indica la fracción ambiental pura, ASP indica la fracción ambiental estructurada por factores geográficos y GP indica la fracción geográfica pura.

Índices de paisaje	1956			1984			1998		
	AP	ASP	GP	AP	ASP	GP	AP	ASP	GP
<i>Bosques</i>	0.20	0.07	0.12	0.21	0.05	0.12	0.18	0.05	0.10
<i>Replantaciones</i>	0.04	0.21	0.02	0.04	0.17	0.02	0.05	0.14	0.01
<i>Dehesa</i>	0.06	0.15	0.02	0.08	0.14	0.06	0.04	0.20	0.04
<i>Matorral</i>	0.28	0.02	0.05	0.28	0.00	0.05	0.25	0.02	0.05
<i>Cultivos</i>	0.27	0.03	0.05	0.35	0.04	0.02	0.36	0.03	0.03
<i>Pastizales</i>	0.06	0.20	0.01	0.07	0.21	0.02	0.02	0.27	0.01
<i>Riqueza de usos</i>	0.03	0.13	0.05	0.02	0.03	0.06	0.05	0.02	0.03
<i>Diversidad de Shannon de usos</i>	0.26	0.04	0.05	0.30	0.03	0.08	0.28	0.04	0.06
<i>RD</i>	0.24	0.06	0.01	0.33	-	n.s.	0.33	-	n.s.
<i>MPE</i>	0.02	0.03	0.04	0.05	0.00	0.05	0.02	0.01	0.04
<i>MPFD</i>	0.08	-	n.s.	n.s.	-	0.03	n.s.	-	0.02
<i>MNN</i>	0.02	0.02	0.04	0.02	0.03	0.01	0.04	0.04	0.00
<i>IJI</i>	0.06	0.03	0.00	0.07	0.06	0.00	0.06	0.06	0.00
<i>PD</i>	0.07	0.07	0.00	0.10	0.04	0.04	0.12	0.07	0.02
<i>LPI</i>	0.12	0.04	0.00	0.15	0.06	0.00	0.16	0.04	0.00
<i>MSI</i>	0.05	-	n.s.	n.s.	-	0.03	n.s.	-	n.s.

Tabla 3. Correlaciones entre los indicadores de composición y configuración del paisaje. Se indican los coeficientes de la *r* de Pearson con probabilidad menor de 0,01. El significado de los acrónimos de los indicadores de configuración del paisaje aparecen en la Tabla 1.

Indicadores de composición del paisaje	Índices de configuración del paisaje							
	PD	MPE	MSI	MPFD	MNN	IJI	LPI	RD
<i>Bosque</i>	n.s.	n.s.	-0,11	-0,14	n.s.	0,12	n.s.	-0,22
<i>Cultivos</i>	n.s.	n.s.	0,19	0,34	n.s.	-0,31	0,35	0,32
<i>Dehesa</i>	-0,25	n.s.	-0,16	-0,28	0,29	n.s.	0,15	-0,14
<i>Matorral</i>	0,13	n.s.	n.s.	n.s.	-0,20	n.s.	-0,26	-0,26
<i>Pastizales</i>	0,17	n.s.	-0,10	-0,14	n.s.	0,27	-0,24	n.s.
<i>Replantaciones</i>	0,21	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,13	-0,28	0,16
<i>Índice de diversidad de Shannon</i>	0,48	-0,10	n.s.	-0,13	-0,25	0,53	-0,86	n.s.
<i>Riqueza de usos</i>	0,48	-0,41	n.s.	0,20	n.s.	0,13	-0,39	0,19

5. Discusión

5.1. Determinantes de la estructura del paisaje

Las relaciones entre la estructura (composición y configuración) del paisaje pueden quedar enmascaradas por los factores geográficos, longitud y latitud y ser fuente de falsas

correlaciones (BOCARD et al. 1992, LEGENDRE Y LEGENDRE 1998). El empleo del análisis de regresión parcial ha demostrado su utilidad para segregar estos efectos de los puramente ambientales. Así se ha podido demostrar la hipótesis de que la capacidad humana de modelar el paisaje puede alterar la relación de los factores ambientales con la estructura de paisaje. En este estudio se ha visto que en los paisajes dominados por bosques o por matorrales, la dependencia con los factores ambientales disminuye durante el periodo de estudio y en los paisajes de cultivos, el efecto es inverso, porque el hombre tendió a mantenerlos solamente en zonas más productivas tras la hambruna de la postguerra civil española en la que fueron cultivadas zonas inapropiadas por su pedregosidad y relieve. Del resto de los usos no se ha podido sacar resultados concluyentes sobre dependencia ambiental por el efecto de los factores geográficos.

El efecto de la aridez climática en la estructura del paisaje español fue mayor que el efecto de la litología en la mayoría de los índices de composición y configuración del paisaje. Resultados similares obtenidos a escala local sobre la diversidad del paisaje ya fueron apuntados por NOGUÉS-BRAVO, 2006.

Las variables ambientales explicaron mejor la composición del paisaje que la configuración, lo que sugiere que el factor humano afecta más directamente a la configuración, es decir a la forma de las teselas que a la composición de usos del suelo. No obstante, a escala local se producen cambios que a escala nacional son imperceptibles. Las políticas de mantenimiento de la estructura del paisaje están necesitando este tipo de estudios para decidir que cambios a escala local pueden ser perjudiciales por su impacto a escala nacional, como ha sido sugerido por ÁLVAREZ-COBELAS et al., 2007 en humedales degradados en zonas semiáridas de España.

El factor humano tiene un papel muy importante como modelador del paisaje tanto en áreas rurales, como en las relacionadas con actividades industriales (MANDER & JONGMAN, 1998). Por ello, es necesario conocer su impacto en el paisaje a diferentes escalas espaciales y temporales, que interesan no sólo a la ecología del paisaje sino también a la planificación de los usos del suelo. Cambios de uso regionales suelen tener lugar a largo plazo y conducen a cambios en las condiciones ambientales e incluso en las poblaciones humanas (TURNER et al., 1990). Cambios locales, sin embargo, están relacionados con perturbaciones a corto plazo y están muy influenciados por la actividad humana.

5.2. Evolución en el periodo 1956-1998

Los paisajes boscosos, de dehesa y los pastizales no cambiaron significativamente de composición durante el periodo de estudio, sin embargo, algunos de los índices de configuración que más se correlacionaron con ellos si detectaron cambios temporales. Estos resultados sugieren que los procesos de fragmentación no alteran la composición de los paisajes. Por el contrario, los paisajes donde abundaron las repoblaciones y los cultivos, en los que si se detectaron cambios de composición a lo largo del tiempo, se correlacionaron con índices de configuración que no mostraron cambios significativos durante el periodo analizado. Estos casos sugieren que se están produciendo procesos de cambios de uso, reponiéndose unos usos con otros sin alterar la configuración del paisaje, es decir manteniéndose la forma de las teselas originales. Un ejemplo de este proceso sería la reforestación en tierras de cultivo promovida por la PAC.

En otros países europeos que cuentan también con sistemas de monitoreo de paisajes, se han observado igualmente procesos de fragmentación por el incremento de la densidad de carreteras (JONGMAN et al. 2002). Pero, sólo España cuenta con un sistema de monitoreo que registra datos por un periodo de tiempo tan prolongado. El CSS inglés empezó en 1978, NILS en Suecia en el 2003 y SINUS en Austria en el 1996.

5.3. Futuro de los sistemas de monitoreo del paisaje

La metodología para testar la evolución de la estructura del paisaje español se ha basado en los mismos principios utilizados por el sistema de monitoreo de hábitats de Inglaterra (HAINES-JONES et al. 2000). Este sistema, como el español, están basados en un procedimiento de estratificación estadística desarrollado por el ITE y diseñado para minimizar el juicio personal en la localización de las parcelas de muestreo (BUNCE et al 1996a, b). La clasificación ambiental en la que se basa SISPARES se corresponde con otras estratificaciones europeas (BUNCE et al. 2002) y sus gradientes ambientales son idénticos a los descritos por METZGER et al, 2005. En la actualidad, SISPARES y los otros sistemas de monitoreo europeos están siendo testados para su inclusión en una red europea de observación de la biodiversidad dentro del proyecto europeo EBONE “European Biodiversity Observation Network” (<http://www.ebone.wur.nl/UK/>).

EBONE está diseñado para establecer enlaces entre bases de datos que actualmente se encuentran aislados, de forma que se incremente su eficacia general. El objetivo principal será la obtención de un sistema integrado basado en indicadores claves de biodiversidad y su implementación dentro de un marco institucional que opere a escala europea. La red Europea de observación de la biodiversidad estará basada en recursos existentes como los “Sitios de investigación ecológica a largo plazo (LTER)” y los sistemas de monitoreo actualmente vigentes. Asimismo EBONE pretende contribuir al sistema de sistemas de observación de la tierra (GEOSS) mediante el desarrollo de técnicas para la subida de escala entre localizaciones, redes de localizaciones, hábitats y datos de detección remota para la observación e interpretación de cambios en indicadores claves y ecosistemas.

6. Conclusiones

El sistema de monitoreo de paisajes rurales de España SISPARES ha sido capaz de detectar la estructura, el funcionamiento y la dinámica del paisaje durante el periodo 1956-1998, gracias a su diseño de muestreo estratificado estadísticamente.

El tipo de análisis estadístico de los datos utilizado ha conseguido separar los efectos puramente ambientales de la estructura del paisaje de los geográficos que los habrían enmascarado.

Ambos logros se han visto favorecidos por la peculiar estructura ambiental de España que genera unos gradientes ambientales lo suficientemente anchos como para poder obtener resultados representativos.

7. Agradecimientos

Los autores dan las gracias a los profesores David Howard y Andrew Scott por sus comentarios y revisión del artículo original, así como a tres revisores anónimos de la revista Investigación Agraria. Las fotografías aéreas fueron suministradas por el MAPA y las

Consejerías Regionales. La financiación de la investigación procedió de un convenio entre el Ministerio de Medio Ambiente y la Universidad Politécnica de Madrid.

8. Bibliografía

ALVAREZ-COBELAS, M.; SANCHEZ-CARRILLO, S.; CIRUJANO, S.; ANGELER, D.G.; 2007. Long-term changes in spatial patterns of emergent vegetation in a Mediterranean floodplain: natural versus anthropogenic constraints. *Plant Ecol.* 194(2), 257-271.

BARR, C.J.; BUNCE, R.G.H.; CLARKE, R.T.; FULLER, R.M.; FURSE, M.T.; GILLESPIE, M.K.; GROOM, G.H.; HALLAM, C.J.; HORNUNG, M.; HOWARD, D.C.; NESS, M.J.; 1993. Countryside Survey 1990 Main Report, DoE, London.

BORCARD, D.; LEGENDRE, P.; DRAPEAU, P.; 1992. Partialling out the spatial component of ecological variation. *Ecology* 73, 1045-1055.

BOLAÑOS, F. J.; GARCÍA DEL BARRIO, J. M.; REGATO, P.; ELENA-ROSSELLÓ, R.; 2001. Spanish forested landscapes: Classification and dynamics. En: MANDER, Ü.; PRINTSMANN, A.; PALANG, H., (eds): Development of European landscapes. 258-263. IALE European Conference. Volume 1. Institute of Geography. University of Tartu. Estonia.

BUNCE, R.G.H.; BARR, C.J.; CLARKE, R.T.; HOWARD, D.C.; LANE, A.M.J.; 1996a. Land classification for strategic ecological survey. *J. Environ. Manage.* 47, 37-60.

BUNCE, R.G.H.; BARR, C.J.; CLARKE, R.T.; HOWARD, D.C.; LANE, A.M.J.; 1996b. The ITE Meriewood Land Classification of Great Britain. *J. Biogeogr.* 23, 625-634.

BUNCE, R.G.H.; CAREY, P.D.; ELENA-ROSELLÓ, R.; ORR, J.; WATKINS, J.; FULLER, R.; 2002. A comparison of different biogeographical classifications of Europe, Great Britain and Spain. *J. Environ. Manage.* 65, 121-134.

EEA.; 1995. CORINE land cover. Part II. Nomenclature. European Environmental Agency.

EIDEN, G.; KAYADJANIAN, M.; VIDAL C.; 2000. Quantifying Landscape Structures: spatial and temporal dimensions. En: From Land Cover to Landscape diversity in the European Union. European Commission. Joint Research Center, Ispra.

ELENA-ROSELLÓ, R.; TELLA, G.; CASTEJÓN, M.; 1997. Clasificación Biogeoclimática de España Peninsular y Balear. Ministerio de Agricultura pesca y Alimentación, Madrid, Spain.

ESSEN, P.A.; GLIMSKÄR, A.; STAHL, G.; SUNDQUIST, S.; 2007. Field instruction for the National Inventory of the Landscape in Sweden NILS. Manual. 239 pp.

FORMAN, R.T.T.; GODRON, M.; 1986. Landscape Ecology, John Wiley & Sons, New York.

HAINES-YOUNG, R.H.; BARR, C.J.; BLACK, H.I.J.; BRIGGS, D.J.; BUNCE, R.G.H.;



CLARKE, R.T.; COOPER, A.; DAWSON, F.H.; FIRBANK, L.G.; FULLER, R.M.; FURSE, M.T.; GILLESPIE, M.K.; HILL, R.; HORNING, M.; HOWARD, D.C.; MC CANN, T.; MORECROFT, M.D.; PETIT, S.; SIER, A.R.J.; SMART, S.M.; SMITH, G.M.; STOTT, A.P.; STUART, R.C.; WATKINS, J.W.; 2000. Accounting for nature; assessing habitats in the UK countryside. DETR, London.

JONGMAN, R.H.G.; 2002. Homogenisation and fragmentation of the European landscape: ecological consequences and solutions. *Land. and Urb. Plan.* 58 (2-4), 211-221.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L.; 1998. Numerical ecology. 2nd ed. Amsterdam. Elsevier.

MANDER, Ü.; JONGMAN, R.H.G.; 1998. Human impact on rural landscapes in central and northern Europe. *Land. and Urb. Plan.*, 41(3-4), 149-154.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B.J.; 1995. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. PNW-351.

METZGER, M.J.; BUNCE, R.G.H.; JONGMAN, R.H.G.; MUCHER, C.A.; WATKINS, J.W.; 2005. A climatic stratification of the environment of Europe. *Global Ecol. and Biogeogr.* 14(6), 549-563.

NAVEH, Z.; 2000. What is holistic landscape ecology? A conceptual introduction. *Land. and Urb. Plan.* 50, 7-26.

NOGUÉS-BRAVO, D.; 2006. Assessing the effect of environmental and anthropogenic factors on land-cover density in a Mediterranean mountain environment. *Area* 38(4), 432-444.

ORTEGA, M.; BUNCE, R.G.H.; GARCÍA DEL BARRIO, J.M.; ELENA-ROSSELLÓ, R.; 2008. The relative dependence of Spanish landscape pattern on environmental, geographical and temporal variables. *Invest. Agrar.: Sist. Recur. For.* 17(2), 114-129.

PETERSEIL, A.; WRBKA, TH.; PLUTZAR, CHR.; SCHMITZBERGER, I.; KISS, A.; SZERENCSEITS, E.; REITER, K.; SCHNEIDER, W.; SUPPAN, F.; BEISSMANN, H.; 2004. Evaluating the ecological sustainability of Austrian agricultural landscapes-the SINUS approach. *Land Use Pol.*, 21: 307-320.

QUEZEL, P.; 1977. Los bosques de la cuenca mediterránea, en *Bosque y Maquia mediterránea*, Edit Serbal/Unesco. Barcelona.

SVENDSEN, L.M.; NORUP, B. (eds); 2005a. NOVANA. Nationwide Monitoring and assessment Programme for the Aquatic and Terrestrial Environments. Programme Description. Part 1. National Environmental Research Institute, Denmark, 53 pp. NERI Technical Report n° 532.

SVENDSEN, L.M.; BIJL, L.; VAN DER, BOUTRUP; NORUP, B. (eds); 2005b. NOVANA. Nationwide Monitoring and assessment Programme for the Aquatic and Terrestrial Environments. Programme Description. Part 1. National Environmental Research Institute, Denmark, 138 pp. NERI Technical Report n° 537.



TURNER, B. L.; CLARK II, W. C.; KATES, R. W.; RICHARDS, J. F.; MATHEWS, J. T.; MEYER, W.B.; 1990. The Earth as Transformed by Human Action. Global and Regional Changes in the Biosphere over the Past 300 Years. Cambridge University Press. Cambridge.