Cuadernos de la S.E.C.F., N.º 8, septiembre 1999, pp. 85-92 «I Reunión Grupo de Historia Forestal»

ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DEL PAISAJE Y LOS CAMBIOS EN LOS USOS DEL SUELO, DURANTE LOS ÚLTIMOS CUARENTA AÑOS, EN TRES PARCELAS DE LAS TIERRAS ALTAS DE LA ECORREGIÓN GALAICO-CANTÁBRICA

J. M. García del Barrio[1], F Bolaños[2] & R. Elena Roselló[2]

[1] CIFOR-INIA. Departamento de Selvicultura.
[2] EUITF. Departamento de Silvopascicultura. Unidad de Ecología. MADRID

Resumen

Se estudian los cambios ocurridos en el paisaje durante los últimos cuarenta años, en tres parcelas de aproximadamente 1.300 ha situadas en zonas por encima de los 800 m de altitud en la Cordillera Cantábrica, mediante la fotointerpretación de imágenes aéreas. Utilizando las técnicas de un Sistema de Información Geográfica, se obtienen las matrices de cambios en los grandes tipos de vegetación y se calculan diversos índices que aportan información sobre la naturaleza de los cambios y las características ecológicas de dichos paisajes en sus distintos estadios de evolución.

Palabras Clave

Ecología del paisaje, cambio en usos del suelo, Cordillera Cantábrica, fotointerpretación, diversidad espacial.

Summary

In this paper we try to explain some landscape changes, during last forty years, in three sites of around 1.300 ha, located in the higlands of Cantabric mountain. Landscape dynamics is studied by historical aerial photo interpretation and evaluation of their spatial pattern with GIS techniques. Major changes in main cover types are analysed and indices of landscape pattern calculated. From them, we discuss about the significance of this changes and their ecological implications.

Key words

Landscape Ecology, land uses changes, Cantabric mountain, aerial photo interpretation, spatial diversity.

INTRODUCCIÓN

El estudio de la estructura, función y evolución del paisaje constituye el eje central de la Ecología del Paisaje, una disciplina en auge durante las dos últimas décadas, mediante la cual se aborda el estudio de los ecosistemas y las relaciones que se establecen entre ellos analizando su distribución espacial y el grado de fragmentación con que aparecen en un ámbito determinado. Por tratarse de una ciencia con una importante componente territorial (TURNER, 1989), el factor de escala al que se trabaja resulta determinante no sólo en la metodología a emplear sino también en la definición de los objetivos y la fiabilidad de los resultados que se pueden obtener. En este sentido, los trabajos a escala regional (en áreas que abarcan desde unos pocos miles de hectáreas a centenares de miles de ellas) constituyen una

ayuda imprescindible que, partiendo del estudio de la evolución histórica de los paisajes rurales (TURNER, 1990; GUTIÉRREZ TEIRA, 1997), permite aportar nuevas perspectivas de cara a estrategias de planificación regional en las que se consideran objetivos como el uso sostenible de los recursos, la protección del medio ambiente, el mantenimiento de la biodiversidad, etc.

El presente trabajo forma parte de un proyecto de investigación de la Cátedra de Ecología de la EUITF y el Departamento de Selvicultura del CIFOR-INIA, denominado EVOFOR, en el que se estudian los principales cambios producidos en el paisaje y los usos del suelo en los últimos 40 años en toda España. El estudio parte del muestreo en todas las Clases Territoriales de la Clasificación Biogeoclimática de España Peninsular y Balear (ELENA ROSELLO, 1997) en las que los montes tienen una presencia igual o superior al 20% del territorio. Dada la escala de trabajo, los objetivos se centran en detectar los cambios en los grandes tipos de formaciones vegetales, y sus relaciones con las principales variables ecológicas como son el clima, la altitud, la intervención antrópica, etc., implícitas en la clasificación territorial, elaborando un modelo territorial de dinámica forestal de ámbito nacional.

MATERIAL Y MÉTODOS

La metodología general puesta en práctica en EVOFOR consiste en seleccionar una parcela de muestreo de aproximadamente 1.600 ha en cada Clase Territorial de cada una de las siete Ecorregiones en que se divide el territorio español. En estas parcelas se procede a la fotointerpretación de las imágenes aéreas de los vuelos nacionales de 1956 y 1984 (ambos a una escala aproximada 1:30.000) y, con la ayuda de un muestreo de campo reciente, la definición de los grandes tipos de vegetación. Toda la información se procesa en un SIG (ArcInfo 7.11. para WINDOWS NT), mediante el cual se estudian los patrones de distribución de la vegetación y se calculan las matrices de cambios. El significado de la estructura del paisaje se analiza mediante índices como el de diversidad, de dimensión fractal, de contacto, de forma, etc. (ver por ej: O'NEILL & *al.*, 1988).

Dentro de este esquema general, las parcelas estudiadas en la presente comunicación corresponden a la Ecorregión Primera o Galaico-Cantábrica, y concretamente a las Clases Territoriales 23 (Las Rozas), 31 (Encinedo) y 32 (Burón). La principal característica que las relaciona es su situación en altitud (por encima de los 800 m), en una zona denominada por algunos autores (GANDULLO & *al.*, 1983) como las tierras altas de la cordillera Cantábrica. En la TABLA 1 se muestra su situación y las principales variables descriptivas de la clase territorial a la que pertenecen.

La descripción de las unidades que consti-

Tabla 1.- *Situación y principales variables que definen las parcelas muestreadas*

Clase Territorial (C.T.)	Nombre parcela de muestreo	Situación (UTM)		Altitud mínima y máxi. (m)	Precipitación media C.T. (mm)	Principales especies forestales
		HUSO	COORDENADAS*			
23	Las Rozas	30T	4751000-420700	800-1038	1095	*Q. robur, F. sylvatica Q. pyrenaica*
31	Encinedo	29T	4679500-682000	1080-2095	1606	*P. sylvestris, Q. pyrenaica, Q. robur*
32	Burón	30T	4769000-338820	1190-1885	1790	*F. sylvatica, P. sylvestris Q. robur*

(*) Vertice Sur-Oriental de una parcela cuadrada de aproximadamente 4 km de lado

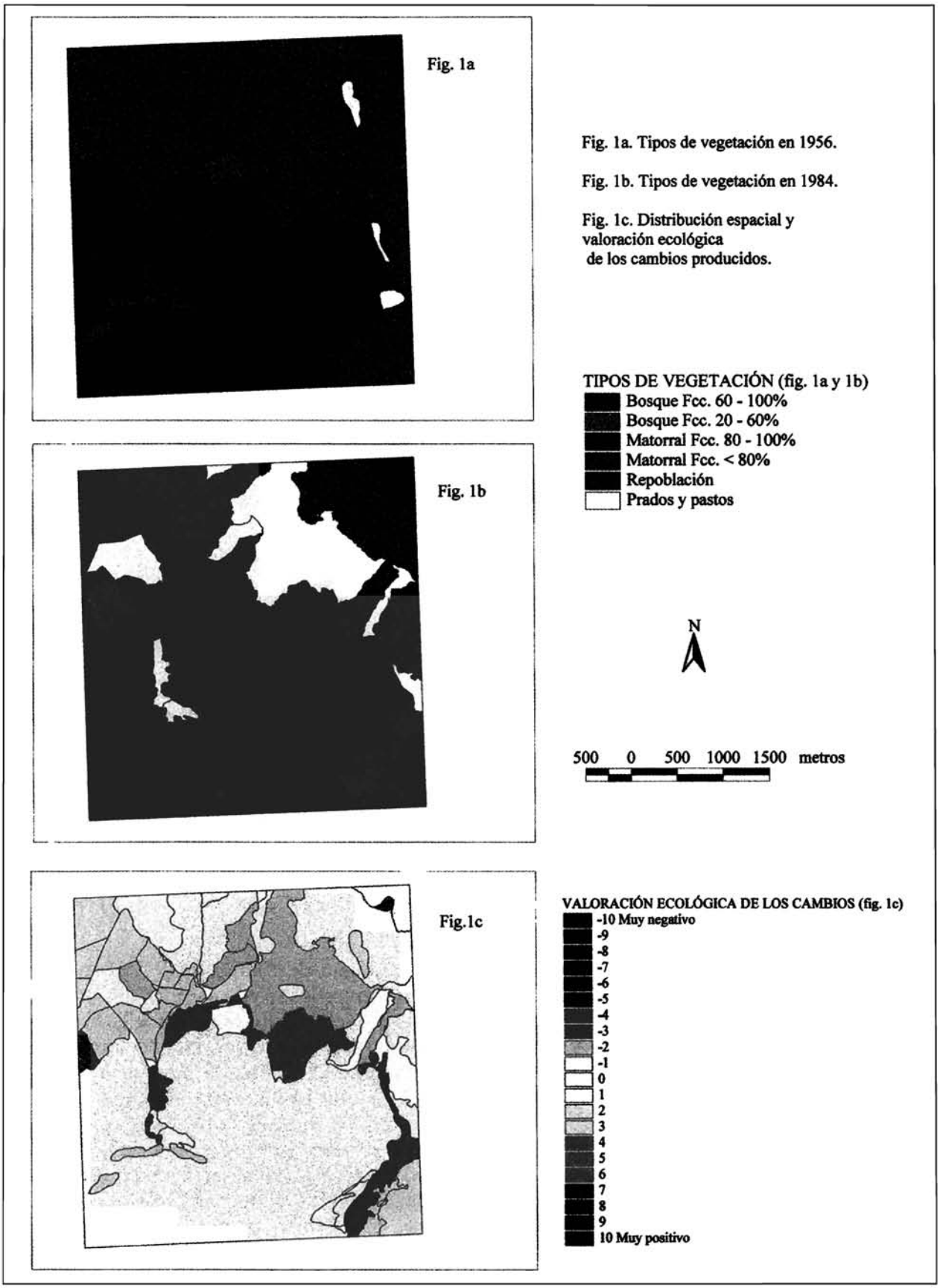

Figura 1.- Mapas de vegetación y cambios de la parcela de Las Rozas (Santander).

Tabla 2.- *Matriz de cambios. Parcela de Encinedo*

TIPO DE CAMBIO	Nº PARCELAS	ÁREA TOTAL(ha)	% ÁREA TOTAL
B 1B 1	10	20.194	1.878
B 1M 1	16	35.417	3.294
B 1G 0	1	0.475	0.044
B 1 L 0	3	4.379	0.407
B 1M 3	1	0.125	0.012
B 1P 0	1	0.269	0.025
B 4B 1	2	7.145	0.665
B 4M 1	12	1.254	0.117
G 0M 1	5	0.726	0.068
H 0H 0	3	6.719	0.625
L 0B 1	2	0.064	0.006
L 0L 0	1	10.079	0.937
L 0M 1	15	58.384	5.430
L 0M 3	5	4.182	0.389
M 1B 1	22	19.212	1.787
M 1G 0	8	5.160	0.480
M 1L 0	18	45.208	4.205
M 1M 1	163	722.035	67.157
M 1M 3	43	102.115	9.498
M 1P 0	3	2.375	0.221
M 3M 1	21	28.869	2.685
P 0B 1	1	0.718	0.067
P 0M 1	1	0.040	0.004
TOTAL	**357**	**1075.143**	**100.000**

Tabla 3.- *Matriz de cambios. Parcela de Las Rozas*

TIPO DE CAMBIO	Nº PARCELAS	ÁREA TOTAL(ha)	% ÁREA TOTAL
B 1B 4	5	22.704	1.625
B 1P 0	1	0.552	0.039
B 4B 1	2	7.006	0.501
B 4B 4	10	640.957	45.862
B 4P 0	3	0.181	0.013
M 1B 1	1	17.440	1.248
M 1B 4	16	73.598	5.266
M 1M 1	15	229.631	16.431
M 1M 3	5	22.135	1.584
M 1P 0	24	199.852	14.300
M 1R 0	23	138.600	9.917
M 3B 1	1	16.330	1.168
M 3B 4	4	8.235	0.589
M 3P 0	1	6.255	0.448
M 3R 0	1	0.749	0.054
P 0B 1	1	4.532	0.324
P 0B 4	1	2.535	0.181
P 0M 1	3	6.019	0.431
P 0P 0	2	0.256	0.018
TOTAL	**119**	**1397.569**	**100.000**

LEYENDA TABLAS 2 y 3

B1=bosque poco denso (FCC<50%) B4=bosque denso (FCC>50%) M1=matorral poco denso (FCC<75%); M3=matorral denso (FCC>75%) G0=bosque galeria; P0=prados y eriales; H0=lagos, P0=afloramientos rocosos; R0=repoblaciones

tuyen el paisaje de cada una de las parcelas, y en cada fecha de estudio, se realiza en función de grandes tipos de vegetación (ver TABLAS 2, 3 y 4 y FIGURA 1), teniendo en cuenta además las principales especies vegetales que se presentan en cada gran tipo. La interpretación de la matriz de cambios y los índices aplicados a cada fecha (programa FRAGSTATS*ARC) permite la valoración ecológica de las modificaciones del paisaje que se presenta en el apartado de resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los cambios acaecidos en la cobertura vegetal de las tres parcelas se presentan en las matrices de cambios (TABLAS 2, 3 y 4) y en la de las variables y los índices que definen el paisaje (TABLA 5).

La parcela de Encinedo (TABLA 2) está situada entre las sierras de La Cabrera Baja y del Eje, incluyendo dentro de ella la conocida Peña Trevinca y ocupando parte de las provincias de León, Zamora y Orense. Se trata de una típica zona de vegetación de montaña dominada por formaciones de matorral poco denso (hasta el 85% del territorio) con abundantes afloramientos rocosos (materiales Paleozoicos tipo pizarra y esquistos). El matorral está dominado por *Chamaespartium tridentatum*, *Cytisus purgans* y *Erica australis*. Los bosques y formaciones de galeria tienen una presencia

Tabla 4.- *Matriz de cambios. Parcela de Burón*

TIPO DE CAMBIO	Nº PARCELAS	ÁREA TOTAL(ha)	% TOTAL
B 1B1	6	20.89	1.44
B 1B4	12	101.35	6.97
B 1L0	2	3.38	0.23
B 1M1	13	57.21	3.93
B 1M3	4	23.96	1.65
B 1G0	1	0.06	0.00
B 1P0	2	1.97	0.14
B 4B1	12	26.38	1.81
B 4B4	18	488.58	33.58
B 4G0	2	0.07	0.00
B 4L0	2	2.10	0.14
B 4M1	38	71.50	4.91
B 4M3	12	36.26	2.49
B 4P0	11	8.18	0.56
B 4XPG0	1	0.01	0.00
C 0B4	1	0.07	0.00
C 0G0	1	0.14	0.01
C 0L0	2	5.35	0.37
C 0M1	4	49.83	3.42
L 0B4	3	0.02	0.00
L 0L0	5	24.02	1.65
L 0M1	5	19.70	1.35
M 1B1	5	10.75	0.74
M 1B4	20	41.04	2.82
M 1L0	7	41.59	2.86
M 1M1	32	129.79	8.92
M 1M3	5	26.52	1.82
M 1P0	3	1.53	0.11
M 3B1	1	1.13	0.08
M 3B4	23	19.11	1.31
M 3L0	1	25.36	1.74
M 3M1	10	95.30	6.55
M 3M3	2	6.60	0.45
M 3P0	2	0.72	0.05
P 0B1	2	0.29	0.02
P 0B4	7	2.81	0.19
P 0L0	2	10.72	0.74
P 0M1	12	39.44	2.71
P 0M3	2	6.96	0.48
P 0P0	1	1.99	0.14
U 0U0	1	3.16	0.22
XPG 0B1	1	6.31	0.43
XPG 0B4	10	6.77	0.46
XPG 0G0	2	14.59	1.00
XPG 0M1	8	6.78	0.47
XPG 0M3	1	4.83	0.33
XPG 0P0	3	6.74	0.46
XPG 0XPG0	1	3.10	0.21
TOTAL	**321**	**1454.98**	**100.00**

actual muy escasa (apenas el 5%), y circunscrita a las zonas más bajas, apareciendo dominadas por especies como *Betula alba*, *Quercus pyrenaica* o *Taxus baccata*. El resto del territorio está ocupado por zonas culminales desprovistas de vegetación y dos pequeños lagos con prados encharcados y formaciones de turbera marginales. Las modificaciones en el paisaje han sido muy escasas como lo demuestra el hecho de que más del 70% del territorio ha tenido la misma clasificación en cuanto a tipo de cubierta y densidad en las dos fechas fotointerpretadas, registrándose únicamente cambios como consecuencia de la densificación del matorral en algunas zonas, la posible influencia de algún fuego esporádico, o la eliminación de algunos rodales de arbolado. Se detecta una ligera tendencia a la fragmentación de las unidades de paisaje que se manifiesta en el aumento del número de teselas y la disminución del tamaño medio de las mismas (ver TABLA 5). En concordancia con esto los índices de dimensión fractal y diversidad aumentan su valor en 1984, lo que viene a confirmar la preponderancia de los procesos naturales de crecimiento y colonización de la vegetación sobre aquellos dominados por la intervención humana.

La parcela de Las Rozas se sitúa al Sur de la provincia de Santander en un paisaje de suaves elevaciones y pequeños valles, dominado por bosques de monte bajo de robles (*Quercus robur, Q. petrea* y *Q. pyrenaica*) y hayas (*Fagus sylvatica*) con algunas extensiones de prados de diente y brezales (*Ulex europaeus*, *Calluna vulgaris*, *Erica ciliaris* y *Erica arborea* como dominantes) con distinta densidad ocupando zonas en las que los afloramientos de rocas (areniscas y calizas del Cretácico) son más frecuentes. El uso de la tierra ha sido forestal y en menor medida ganadero, como lo prueban el estado actual

LEYENDA TABLA 4

Mismas categorías de las TABLAS 2 y 3 más C=cultivos; XPG = mosaico de prados y bosque galería U=urbano.

***Tabla 5.-** Principales variables e índices de paisaje de las tres parcelas analizadas*

	ENCINEDO		LAS ROZAS		BURÓN	
VARIABLES	**1956**	**1984**	**1956**	**1984**	**1956**	**1984**
Área total parcela (ha)	1076.98	1076.98	1397.52	1397.52	1454.97	1454.97
Nº tipos de vegetación	10	9	8	8	12	11
Tesela de área máx. (ha)	284.604	464.144	619.46	694.797	255.387	221.313
% ocupado por tipo dominante	26.426	43.096	44.325	49.715	17.553	15.211
Longit. Bordes contacto (km)	54.706	77.529	35.451	43.333	84.389	110.856
Nº teselas	37	55	24	32	53	69
Tamaño medio teselas (ha)	29.107	19.582	58.231	43.674	27.452	21.087
Desv. Est. tamaño medio teselas (ha)	59.473	68.318	133.503	121.796	44.795	42.518
Coef. var. tamaño medio teselas (%)	204.325	348.882	229.264	278.875	163.176	201.631
Índice forma medio	1.84	2.216	1.656	1.749	2.038	2.187
Índice de forma paisaje	4.703	6.664	2.675	3.27	6.241	8.198
Dimensión fractal media teselas	1.319	1.378	1.293	1.3	1.337	1.357
Índice diversidad Shannon	1.247	1.346	1.311	1.552	2.054	1.746
Índice diversidad Simpson	0.617	0.658	0.671	0.7	0.83	0.754
Índice diversidad modificado Simpson	0.961	1.072	1.111	1.203	1.773	1.401
Índice dominancia Shannon	0.542	0.613	0.631	0.746	0.827	0.702
Índice dominancia Simpson	0.686	0.74	0.767	0.8	0.906	0.822
Índice dominancia modificado Simpson	0.417	0.488	0.534	0.579	0.714	0.564

de las masas y la presencia de repoblaciones de coníferas (en 1984 un 10% de la superficie total). Aunque una buena parte de la parcela no refleja cambios de 1956 a 1984 (el 62,3% exactamente) resulta interesante señalar que los principales cambios acaecidos se relacionan con la extensión de la superficie forestal (ya sea natural o repoblada) y las de aprovechamiento en forma de prados a costa de zonas más improductivas de matorral más o menos denso, que pasa de cubrir el 51% del territorio en 1956 a apenas un 19% en 1984. La aparición de un nuevo tipo de cubiertas, unido a la fragmentación de las grandes extensiones de matorral, propician un ligero incremento en el número de teselas, que se refleja en el valor de la dimensión fractal media, acorde con lo que hemos señalado anteriormente. Los valores de los índices de diversidad registran un aumento más significativo relacionado con la aparición de manchas de repoblación con coníferas (*Pinus sylvestris* principalmente) y el aumento de las zonas de aprovechamiento como prados ya comentado.

La parcela de Burón, situada en la zona leonesa de los Picos de Europa, por encima del embalse de Riaño, es la única de las estudiadas que alberga un pequeño asentamiento humano (Casasuertes) en su territorio. Presenta como elemento más característico densos bosques de haya y roble albar (hasta un 50% de la extensión total), junto a amplias zonas de matorral (*Cytisus purgans*, *Cytisus cantabricus*, *Calluna vulgaris* y *Erica arborea* dominando este estrato) en los parajes más elevados. La principal actividad humana (tanto en 1984 como en la actualidad) es forestal como denota la casi total desaparición de las extensiones de prados de siega y cultivos que en 1956 cubrían casi un 10% de la parcela. Aunque se han producido cambios en la clase asignada a más del 50%

del territorio de la parcela, éstos han sido de poca importancia, como lo demuestra el hecho de que en esta parcela se dan las menores variaciones relativas tanto en el incremento del número de teselas como en la disminución del tamaño medio de las mismas. Dichos cambios han afectado generalmente más al grado de cobertura que al tipo de vegetación, salvo en aquellas zonas en que el abandono de cultivos y prados ha propiciado la entrada de vegetación leñosa de mayor porte. El crecimiento natural de las masas ha favorecido su expansión y el aumento de su densidad, mientras que las relativamente escasas zonas aclaradas se han originado por explotación forestal principalmente. Esta es la única parcela en la que los índices de diversidad disminuyen de valor en 1984, lo que resulta coherente con la casi total desaparición de algunos usos del suelo.

Al considerar las tres parcelas en conjunto podemos constatar que un 59,8% del total del territorio no ha experimentado ningún cambio en su asignación a la categoría de tipo de vegetación en los 28 años que cubren el intervalo entre las dos fotografías aéreas fotointerpretadas. Si a esto le añadimos que en los muestreos de campo realizados en 1997 no se han detectado cambios significativos en ninguna de las tres parcelas estudiadas, podemos concluir que la distribución de la vegetación y usos del suelo en las clases territoriales de mayor altitud de la Ecorregión Galaico-Cantábrica se han mantenido sin apenas variaciones durante los últimos 40 años. El conjunto de estos paisajes de media y alta montaña están dominados por formaciones de matorral y brezales más o menos densos (casi el 50% del territorio), robledales o bosques mixtos de hayas y robles (37%), prados de siega y de diente (menos del 5%) y zonas de cumbres y afloramientos rocosos prácticamente desnudos de vegetación (5%). Unicamente se han detectado repoblaciones con coníferas en la parcela de menor altitud (Las Rozas), alcanzando apenas un 3% de la superficie total muestreada en 1984. La valoración ecológica de los cambios propuesta en la FIGURA 1 para la parcela de Las Rozas resulta básicamente similar a la de las otras dos parcelas objeto de estudio, e indica un incremento en la biomasa vegetal y la diversidad de los paisajes acorde con las actuales tendencias de uso sostenible y mantenimiento de la biodiversidad, dos de los actuales paradigmas en la gestión del territorio.

Las principales tendencias de cambio son acordes con las reflejadas por GUTIÉRREZ TEIRA (1997) en su estudio sobre el Valle del Lozoya, aunque la magnitud de dichos cambios resulta mayor en este último caso debido probablemente a la influencia de la proximidad del núcleo urbano de Madrid.

Cabe señalar por último que las tendencias detectadas en las tierras altas son bastante distintas que las observadas en las clases territoriales de las zonas más bajas de esta ecorregión Galaico-Cantábrica. El pormenorizado estudio del resto de las parcelas muestreadas aportará la información necesaria para poder caracterizar el conjunto de los cambios producidos en el paisaje y los usos del suelo de esta zona de la Península, en primera instancia, y de toda ella en general, objetivo último del proyecto en el que venimos trabajando los últimos años.

BIBLIOGRAFÍA

ELENA ROSELLÓ, R.; 1997. *Clasificación Biogeoclimática de España Peninsular y Balear.* Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid.

GANDULLO, J.M.; SÁNCHEZ PALOMARES, O. & GONZÁLEZ ALONSO, J.; *Estudio ecológico de las tierras altas de Asturias y Cantabria.* Monografías del I.N.I.A. nº 49. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

GUTIÉRREZ TEIRA, A.; 1997. *Cambios de uso del suelo y modelos de organización espacial de un paisaje de montaña mediterránea. El valle del Lozoya (Sistema Central, Madrid).* Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.

MCGARIGAL, K.; J. BERRY & B. MARKS.; 1998). *Spatial Pattern Analisis Program for Quantifying Landscape Estructure (FRAGSTATS*ARC).*

O'NEILL, R.V.; J.R. KRUMMEL; R.H. GARDNER; G. SUGIHARA; B. JACKSON; D.L. DeANGELIS; B.T. MINE; M.G.TUNER; B. ZYGMUNT; S.W. CHRISTENSEN; V.H. DALE & R.L. GRAHAM; 1988. Indices of landscape pattern. *Landscape Ecology*, vol. 1, pp. 153-162.

TURNER, M.; 1989. Landscape Ecology: the effect of pattern on process. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, vol. 20, pp. 171-197.

TURNER, M.; 1990. Landscape changes in nine rural counties in Georgia. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 56, pp. 379-386.