

CAMBIOS EN LA CUBIERTA VEGETAL Y USOS DEL SUELO EN EL SISTEMA IBÉRICO NOROCCIDENTAL ENTRE 1956 Y 2001: LOS CAMEROS (La Rioja, España)

J. Arnáez (1), M. Oserin (2), L. Ortigosa (1) y T. Lasanta (3)

(1) Área de Geografía Física. Universidad de La Rioja

(2) Instituto de Estudios Riojanos

(3) Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC). Campus de Aula Dei

RESUMEN

Los cambios de la cubierta vegetal y usos del suelo son buenos indicadores de la dinámica ambiental. En el espacio montañoso de Los Cameros, que integra a los altos valles del Iregua (Camero Nuevo) Leza, Jubera y Cidacos (Camero Viejo), se cuantifica y explica la evolución de la cubierta vegetal entre 1956 y 2001 en relación con los cambios de gestión y usos del suelo, y se discute el papel de determinadas variables topográficas y ambientales. Se trata de disponer de información necesaria para establecer modelos de desarrollo que incluyan entre sus objetivos el mantenimiento de los paisajes y su riqueza ecológica.

Palabras clave: cambios de vegetación y usos del suelo, abandono agrícola, marginación territorial, Sistema Ibérico, España.

ABSTRACT

Changes on the vegetation cover and land uses are excellent indicators of the environmental dynamics. In this context we are interested in quantifying and understanding the plant cover evolution in Los Cameros (western Iberian Range, La Rioja, Spain) between 1956 and 2001 in relation to the changes of management and land uses. The final objective is to gather the

Fecha de recepción: septiembre 2007.

Fecha de aceptación: agosto 2008.

needed information to implement development models aimed to the sustainability of the landscapes and their ecological wealth.

Key words: Plant cover and land uses changes, agricultural abandonment, marginal territory, Iberian Range, Spain.

I. INTRODUCCIÓN

Los cambios de la cubierta vegetal y usos del suelo son buenos indicadores para explicar la dinámica ambiental, tanto a escalas locales como globales (Meyer y Turner, 1994; Vitousek et al., 1997). De ahí, que sea uno de los temas más estudiado en el campo de las interrelaciones entre actividades humanas y cambio ambiental (Krausmann et al., 2003).

En el Pirineo español se han realizado en los últimos años varios estudios que analizan el proceso temporal de revegetación tras el abandono agrícola y la introducción de nuevas formas de explotación ganadera. Sin ánimo de ser exhaustivos, cabe señalar los trabajos de Poyatos et al. (2003) sobre la cuenca de Cal Rodó (Prepirineo Catalán) donde comprobaron que, entre 1957 y 1996, el 25,1% de la cuenca pasó de un uso agrícola a otro forestal, además de aumentar la densidad de lo que ya era bosque. En el mismo periodo, el bosque pasó de ocupar el 49% al 59,9% en la Riera de Canalda (Prepirineo Catalán) (Ubalde et al., 1999). En el valle de la Garcipollera (Pirineo Aragonés), el bosque representaba en 1994 el 85,5% del territorio, mientras que medio siglo antes sólo el 21,4% (Ibarra y De la Riva, 1995). En el valle próximo de Borau, (Lasanta et al., 2000) indicaron que el bosque ocupaba 1.059 ha en 1957 (25,3% del territorio), mientras que en 2000 alcanzaba la superficie de 2.271,4 ha (54,3% del territorio). En el conjunto nacional la superficie forestal pasó de 117.926 Km² en 1970 a 168.763 km² en 2003, según las estadísticas del Ministerio de Agricultura.

La fuerte expansión de la cubierta vegetal tiene implicaciones en la estructura del paisaje (Mander et al., 2004; Lasanta et al., 2005; Roura-Pascual et al., 2005), lo que afecta a diferentes procesos ecológicos (Trabaud y Galtié, 1996; Farina, 2000), en la respuesta hidrológica y erosiva (García-Ruiz et al., 1995; Kirkby et al., 2002; Beguería et al., 2003), en la biodiversidad (Waldhart, 2003; Nogués-Bravo, 2006), en el incremento del riesgo de incendios (Vicente-Serrano et al., 2000; Lloret et al., 2002;), en el balance estacional de pastos (Molinillo et al., 1997; Lasanta et al., 2006), y en la captura de CO₂ (Adams y Piovesan, 2002).

En este contexto se propone cuantificar y explicar la evolución de la cubierta vegetal en Los Cameros (Sistema Ibérico occidental, La Rioja) entre 1956 y 2001 en relación con los cambios de gestión y usos del suelo. Se trata de un área de montaña de gran interés ecológico, con un paisaje muy humanizado, pero en armonía con el medio natural, lo que hizo que fuera declarada Reserva de la Biosfera el 9 de julio de 2003. Este territorio ha sufrido una profunda marginación desde mediados del siglo XX, por lo que sus paisajes y biodiversidad se encuentran amenazados. Conocer los cambios de cubierta vegetal parece una tarea previa y necesaria para tener criterios a la hora de establecer modelos de desarrollo que incluyan entre sus objetivos el mantenimiento de sus paisajes y su riqueza ecológica.

II. ÁREA DE ESTUDIO

El espacio montañoso conocido como Los Cameros integra a los altos valles del Iregua (Camero Nuevo) Leza, Jubera y Cidacos (Camero Viejo). Se localiza en el sector occidental del Sistema Ibérico (Fig. 1). Se extiende sobre 1.068 km², con una población de 4.049 habitantes en 2006.

El relieve de Los Cameros es muy homogéneo, con sucesivos relieves en cuesta, laderas poco pronunciadas y cimas alomadas. La monotonía topográfica tan sólo queda interrumpida en algunos afloramientos calcáreos y allí donde el encajamiento fluvial ha sido más evidente. En el sector occidental (valle del Iregua), las altitudes son más sobresalientes llegando a superar los 2.000 m (Mesa de Cebollera, 2.161 m). Éstas disminuyen progresivamente hacia el Este, donde las cimas apenas logran alcanzar los 1.200 m en el valle del Cidacos (Peña Almonte).

Los Cameros es una unidad compleja desde una perspectiva climática por estar abierta a diversas influencias. Experimenta un progresivo debilitamiento de las oceánicas conforme se avanza hacia el Este, además de recibir las mediterráneas que llegan a través de la Depresión del Ebro. Según Ruiz Urrestarazu (1982), el progresivo alejamiento de las influencias oceánicas a medida que se avanza hacia el Este hace que el ambiente sea cada vez más mediterráneo, si bien con cierto grado de continentalidad. Nuñez y Martínez Abaigar (1991) resaltan ese carácter continental. En la estación de Ortigosa (Valle del Iregua), al Oeste, la

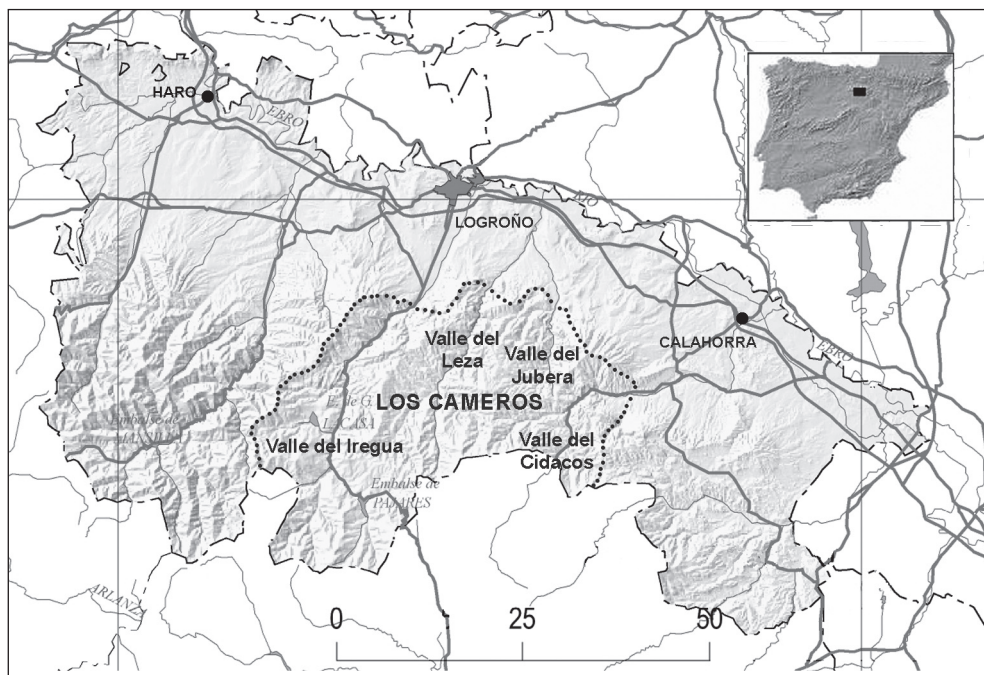


Figura 1
ÁREA DE ESTUDIO (STUDY AREA)

precipitación anual es de 636.3 mm, mientras que en Enciso (Valle del Cidacos), al Este, es de 438.5 mm. La temperatura media es de 8,5° C y 10,9° C, respectivamente. El régimen de lluvias es claramente equinoccial (Núñez y Martínez Abaigar, 1991).

En Los Cameros están representados los pisos mesomediterráneo, supramediterráneo y oromediterráneo. El primero aparece en las zonas más bajas y de menores precipitaciones, principalmente en el tramo intermedio de la cuenca del Cidacos, entre Enciso y Arnedillo. El segundo abarca el resto del valle del Cidacos, las cuencas del Leza y Jubera y los sectores bajo y medio del valle del Iregua. El oromediterráneo se encuentra en el sector más alto de la cuenca del Iregua (Sobrón, 1987).

La evolución demográfica de Los Cameros muestra una tendencia regresiva desde 1840, fecha en la que se alcanzó el máximo con más de 23.200 habitantes. La población se distribuía por 78 núcleos de población localizados en muy diferentes condiciones topográficas, pero siempre próximos a espacios con posibilidades de ser cultivados. Desde 1840 se inicia un descenso demográfico sostenido, de modo que en 1900 ya sólo se contabilizaban 14.653 habitantes y en 1940, 12.036 habitantes. En un siglo se perdió, pues, el 48,1% de la población. Desde 1940 el descenso fue más rápido, quedando reducida la población de derecho a 4.049 habitantes, de forma que en la actualidad la densidad demográfica es de 3,8 hab/Km². Se trata de una población envejecida. El número de núcleos deshabitados es muy numeroso, por lo que amplias porciones del territorio están prácticamente abandonadas (Lasanta y Errea, 2001).

III. MÉTODOS

La metodología utilizada en el trabajo se ha basado en el análisis de la cartografía de vegetación y usos del suelo de los años 1956 y 2001. La correspondiente al año 56 fue confeccionada a partir de la fotografía aérea que realizó el Servicio Geográfico del Ejército (escala aproximada 1:33.000), trabajándose unos 100 fotogramas. A partir de la observación estereoscópica, se delimitaron las áreas forestales (bosques de frondosas, bosques de coníferas y matorral), las repoblaciones forestales, las áreas de cultivo (bancales, campos en pendiente y campos llanos) y pastizales. Las diferentes áreas correspondientes a los usos de suelo fueron transferidas a un mapa que, posteriormente, fue digitalizado e incorporado a un sistema de información geográfica.

La cartografía correspondiente al año 2001 fue proporcionada por la Infraestructura de Datos Espaciales del Gobierno de La Rioja. En concreto, se trabajó con mapas de cubierta forestal, de matorral y de pastos en formato digitalizado, por lo que su incorporación al sistema de información geográfica fue inmediata. Al no disponer en esa fecha de superficies cultivadas, a excepción de algunas hectáreas en los fondos de valle, el trabajo se simplificó considerablemente.

La cartografía digitalizada de los años 1956 y 2001 permitió cuantificar la superficie ocupada por los diferentes usos del suelo y cubierta vegetal en el área de estudio en dos momentos históricos así como valorar la magnitud de los cambios entre ambas fechas. También se logró conocer el papel de determinadas variables en los cambios detectados. Para ello se recurrió a un análisis multivariable (discriminante) en el que se procedió de la forma que seguidamente se describe.

A partir de los mapas de 1956 y 2001, que recogían la información de 10 clases de vegetación y usos del suelo (espacio agrario cultivado, espacio agrario abandonado, bosque de frondosas, bosque de coníferas, bosques mixtos, repoblaciones forestales, matorral, prados, áreas desprovistas de vegetación y otros), se contabilizaron los cambios observados entre ambas fechas. En conjunto se registraron 51 tipos de cambios y 6 tipos sin cambios. A partir del MDT, distribuido por el CNIG, con una resolución de celda de 10x10 metros, se seleccionaron 6 variables (altitud, pendiente, exposición, forma de la ladera, distancia a los núcleos de población y distancia a la red hidrográfica) consideradas como posibles factores de influencia en la distribución espacial de los tipos de cambios. Estas 6 variables, con el fin de mejorar el análisis estadístico, fueron transformadas en categóricas, de modo que pasaron a convertirse en 42 variables.

La base de datos resultante presentó un total de 10.694.970 casos. Dada su dimensión, se optó por extraer una muestra estratificada del 10% que mantenía la frecuencia relativa de cada cambio de uso del suelo. Aún fue necesario reducir el número de cambios. De los 51 inicialmente detectados se seleccionaron 8 que en conjunto representaban el 79,6% de la superficie total (Tabla 1).

Tabla 1
 CAMBIOS DE USOS DE SUELO ENTRE 1956 Y 2001 SELECCIONADOS PARA EL ANÁLISIS DISCRIMINANTE
 (CHANGES OF LAND USES BETWEEN 1956 AND 2001 SELECTED FOR THE DISCRIMINANT ANALYSIS)

De:	A:	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Espacio cultivado	Matorral	30,8	30,8
Matorral	Bosque de Frondosas	17,3	48,1
Matorral	Repoblación forestal	8,3	56,4
Espacio cultivado	Bosque de frondosas	7,4	63,8
Matorral	Bosque de coníferas	5,9	69,8
E. Agrario Abandonado	Matorral	4,7	74,5
Espacio cultivado	Repoblación forestal	2,5	77,1
Bosque de Frondosas	Bosque de coníferas	2,5	79,6

IV. RESULTADOS

1. El abandono de tierras y los cambios en la ganadería extensiva

La tabla 2 incluye las cubiertas de vegetación y el estado del espacio agrícola (cultivado o abandonado) en 1956. El espacio agrícola ocupaba 34.760 ha (32,5% de la superficie total), con una proporción desigual en los valles. En el Cidacos (el valle más oriental, de menor altitud y con pendientes más suaves) el área agrícola representó el 52% del territorio, mientras que en el Iregua (el valle más occidental, con mayores altitudes y pendientes algo más pronunciadas) el 20%. En el Leza y Jubera el espacio agrícola también ocupó amplias

Tabla 2
CUBIERTA DE VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO EN LOS CAMEROS EN 1956 (HA)
(PLANT COVER AND LAND USES IN LOS CAMEROS, 1956)

Uso/Cubierta		Iregua	Leza	Jubera	Cidacos	Total
Espacio agrícola	Cultivado	8.797	10.288	3.260	7.473	29.818
	Abandonado	1.480	1.578	848	1.036	4.942
Espacio forestal	Fronosas	12.549	3.871	563	1.052	18.035
	Coníferas	4.484	13	0	48	4.545
	Repoblaciones	0	0	76	0	76
	Matorral	20.744	10.606	6.533	6.216	44.099
Pastos		1.720	777	105	130	2.732
Otros usos		1.429	533	217	420	2.599
Total		51.203	27.666	11.602	16.375	106.846

Fuente: Elaboración propia a partir de la fotografía aérea de 1956

extensiones (42,8% y 35,4%, respectivamente). Para 1956 se habían dejado de cultivar 4.942 ha, sin grandes diferencias entre los valles; tan sólo en el Jubera el abandono de campos fue proporcionalmente algo mayor (20,6% del área agrícola tradicional), ligado —quizás— a un hábitat más disperso. En los tres valles restantes el abandono de campos fue muy similar: 14,4% de la superficie total agrícola en el Iregua, 13,3% en el Leza y 12,2% en el Cidacos.

El espacio forestal ocupaba 66.755 ha (62,5% del área de estudio), dominando los matorrales (44.099 ha). Los bosques densos cubrían tan sólo 22.580 ha, siendo más extensos los de frondosas (robles, principalmente) que los de coníferas. En 1956 sólo se habían repoblado 76 ha. Lógicamente la distribución del espacio forestal por valles era inversa a la del espacio agrícola. Conviene resaltar que los bosques eran más representativos en el Iregua y los matorrales en los valles de Camero Viejo, especialmente en el Jubera. Las formaciones herbáceas eran escasas, ocupando una extensión de 2.732 ha (2,5% del total), por la ausencia de prados de siega y de pastos de altitud, que encuentran grandes dificultades climáticas para su desarrollo.

Para el año 1956 ya había signos de marginación productiva en Los Cameros, como lo demuestra la pérdida constante de población desde un siglo antes, el abandono de 4.942 ha (14,2% del espacio agrícola tradicional) y el descenso de la ganadería con la casi total desaparición de la trashumancia (Calvo Palacios, 1977). Si embargo, es a partir de los años 50 del siglo XX cuando se detectan los cambios más profundos. El brusco descenso de población, señalado anteriormente, fue acompañado por la reducción del espacio agrícola a la mínima expresión superficial y por cambios profundos en el sistema ganadero.

La tabla 3 pone de manifiesto la pérdida de campos de cultivo. Antes de 1956 se cultivaban 34.760 ha, mientras que en la actualidad sólo 856 ha. El proceso de abandono muestra que hasta 1956 la contracción del espacio agrícola fue escasa, ya que para esa fecha se había

Tabla 3
 EVOLUCIÓN DEL ESPACIO AGRÍCOLA (EN HA) EN LOS CAMEROS
 (AGRICULTURAL SURFACE EVOLUTION IN LOS CAMEROS)

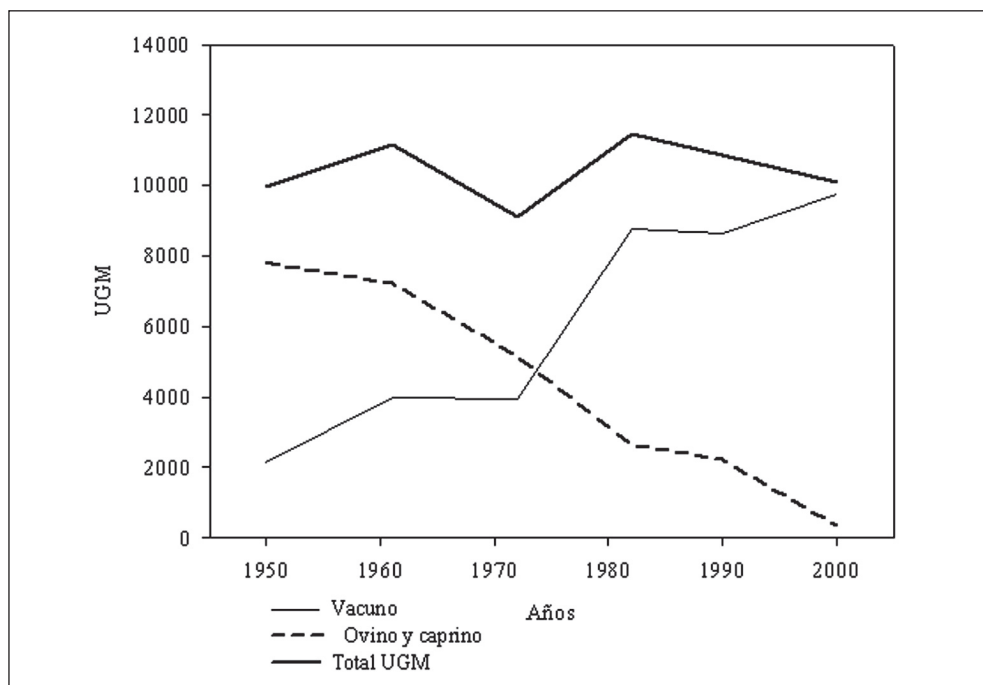
Valle	Antes de 1956	1956		2001	
	Cultivada	Cultivada	Abandonada	Cultivada	Abandonada
Iregua	10.277	8.797	1.480	563	9.714
Leza	11.866	10.288	1.578	25	11.841
Jubera	4.108	3.260	848	109	3.999
Cidacos	8.510	7.473	1.036	159	8.351
Total	34.761	29.818	4.942	856	33.905

Fuente: Elaboración propia a partir de las fotografías aéreas de 1956 y 2001

dejado de cultivar sólo el 14,2% del área agrícola tradicional, mientras que después los abandonos fueron masivos y generalizados en todos los valles. Los campos abandonados representaban en 2001 el 97,5% del espacio agrícola de Los Cameros.

Los censos ganaderos evolucionaron de forma muy negativa tras la crisis del sistema trashumante. A finales del siglo XVII, atendiendo a lo señalado por Ochagavía (1957), había

Figura 2
 EVOLUCIÓN DE LA CARGA GANADERA EN UGM (LARGE ANIMAL UNIT EVOLUTION)



más de 500.000 ovejas en Los Cameros, mientras que en 1950 sólo pastaban 51.492 ovinos. El caprino y el vacuno también registraron fuertes caídas con la emigración de la población; en 1950 había 26.606 cabras y 2.132 vacas.

En la segunda mitad del siglo XX la presión ganadera sobre el territorio registró escasos cambios aparentemente (Fig. 2); en 1950 había 9.942 UGM, que se incrementaron ligeramente en la siguiente década (11.182 UGM en 1961), para anotar ligeras fluctuaciones hasta el año 2000 (10.085 UGM). La figura 2 pone de manifiesto que el ovino y caprino han sufrido una evolución muy negativa, mientras que el vacuno ha experimentado una evolución positiva desde 1950. La vaca autóctona (*Camerana*, del tronco de la *Negra-Avileña*) fue sustituida por razas importadas (*Pardo-alpina*, *Charolesa* y *Hereford*), que ofrecían mejores rendimientos en canal, por lo que sus terneros eran preferidos por los cebaderos. Sin embargo, se adaptaron peor al pastoreo en laderas al ser más selectivas en el consumo de pasto. Por otro lado, el envejecimiento de la población hizo que el ganado pastara libremente con muy escaso control de los pastores. Ambas circunstancias han favorecido la concentración del ganado en los mejores campos abandonados (llanos y bancales próximos a los pueblos) y la subutilización de la mayor parte de las laderas, que apenas son visitadas por el ganado. De ahí que García-Ruiz y Lasanta (1989) señalen que se trata de un sistema ganadero muy extensivo en la utilización de mano de obra, pero muy intensivo en el uso de una pequeña parte del territorio, que es sobrepastoreada.

2. Los cambios en la cubierta vegetal y usos del suelo entre 1956 y 2001

Como consecuencia del abandono de tierras y del descenso de la presión ganadera, se asiste en Los Cameros, desde mediados del siglo XX, a un intenso proceso de revegetación. La tabla 4 incluye los cambios superficiales en el espacio forestal entre 1956 y 2001. En menos de cinco décadas el espacio forestal se ha ampliado 31.248 ha, lo que representa un incremento del 43,6%, ocupando en la actualidad el 96,3% del territorio. Los cuatro valles registran un proceso de revegetación, aunque con proporciones muy diferentes: el Cidacos casi ha duplicado su espacio forestal (incremento del 90,7%), mientras que el Iregua muestra un incremento del 22,8%. En una posición intermedia se sitúan el Leza (70,5%) y el Jubera (42,2%).

El avance de la cubierta vegetal ha afectado tanto al bosque natural, que ha pasado de cubrir 22.580 ha a 44.413 ha, como al procedente de reforestaciones. Por lo que respecta al bosque natural, las frondosas han aumentado 15.720 ha y lo hicieron de forma generalizada en todos los valles (Tabla 5), mientras que la expansión de las coníferas fue algo inferior (incremento de 5.658 ha), localizándose casi exclusivamente en Camero Nuevo

Para 1956 se habían repoblado 76 ha, a las que se sumaron 9.420 ha en las décadas posteriores. En 2001 se había repoblado una superficie de 9.496 ha (8,8% del área de estudio), de las que 3.447 ha se localizaban en el Iregua y el resto en Camero Viejo (Tabla 4). El 18,4% de las repoblaciones se efectuaron sobre campos abandonados, el 11,8% en áreas de bosque, el 63,9% en laderas de matorral, el 1,9% en zonas de pasto y el 3,7% en otros usos (Oserín, 2007).

Las áreas de matorral mantienen una superficie similar en ambas fechas: 49.041 ha en 1956 y 49.036 ha en 2001. El 67% del matorral camerano está compuesto por aulaga-

Tabla 4
EVOLUCIÓN DEL ESPACIO FORESTAL (1956-2001)
(FOREST SURFACE EVOLUTION, 1956-2001)

	Bosque		Rep. Forestal		Matorral		Superficie forestal	
	1956	2001	1956	2001	1956*	2001	1956	2001
Iregua	17.033	29.856	0	3.447	22.224	14.912	39.257	48.215
Leza	3.884	9.228	0	2.020	12.184	16.147	16.068	27.395
Jubera	563	2.353	76	2.258	7.381	6.799	8.020	11.410
Cidacos	1.100	2.976	0	1.771	7.352	11.178	8.352	15.925
Total	22.580	44.413	76	9.496	49.041	49.036	71.697	102.945

* Se ha sumado la superficie correspondiente a los campos abandonados en 1956 que ya estaban recolonizados por el matorral.

Tabla 5
EVOLUCIÓN DE LOS BOSQUES DE FRONDOSAS Y CONÍFERAS (1956-2001)
(EVOLUTION OF DECIDUOUS FORESTS AND CONIFERS, 1956-2001)

	1956		2001		
	Frondosas	Coníferas	Frondosas	Coníferas	Bosque Mixto
Iregua	12549	4484	19648	9804	404
Leza	3871	13	9043	134	51
Jubera	563	0	2351	2	0
Cidacos	1052	48	2713	263	0
Total	18035	4545	33755	10203	455

Tabla 6
DISTRIBUCIÓN DE LAS COMUNIDADES DE MATORRAL EN LOS CAMEROS EN 2001 (HA)
(SCRUB DISTRIBUTION IN LOS CAMEROS, 2001)

	Iregua	Leza	Jubera	Cidacos	Total	%
Aulagar	3689	5106	448	6999	16242	33.1
Estrepar	1329	7332	5220	2853	16734	34.1
Bujedo	2157	572	1031	2	3762	7.7
Escobonal	2162	387	10	522	3081	6.3
Brezal	1219	1225	1	11	2456	5.0
Enebral	1612	741	3	23	2379	4.9
Biercolar	1797	1	0	227	2025	4.1
Otros	947	782	87	541	2357	4.8
Total	14912	16146	6800	11178	49036	100

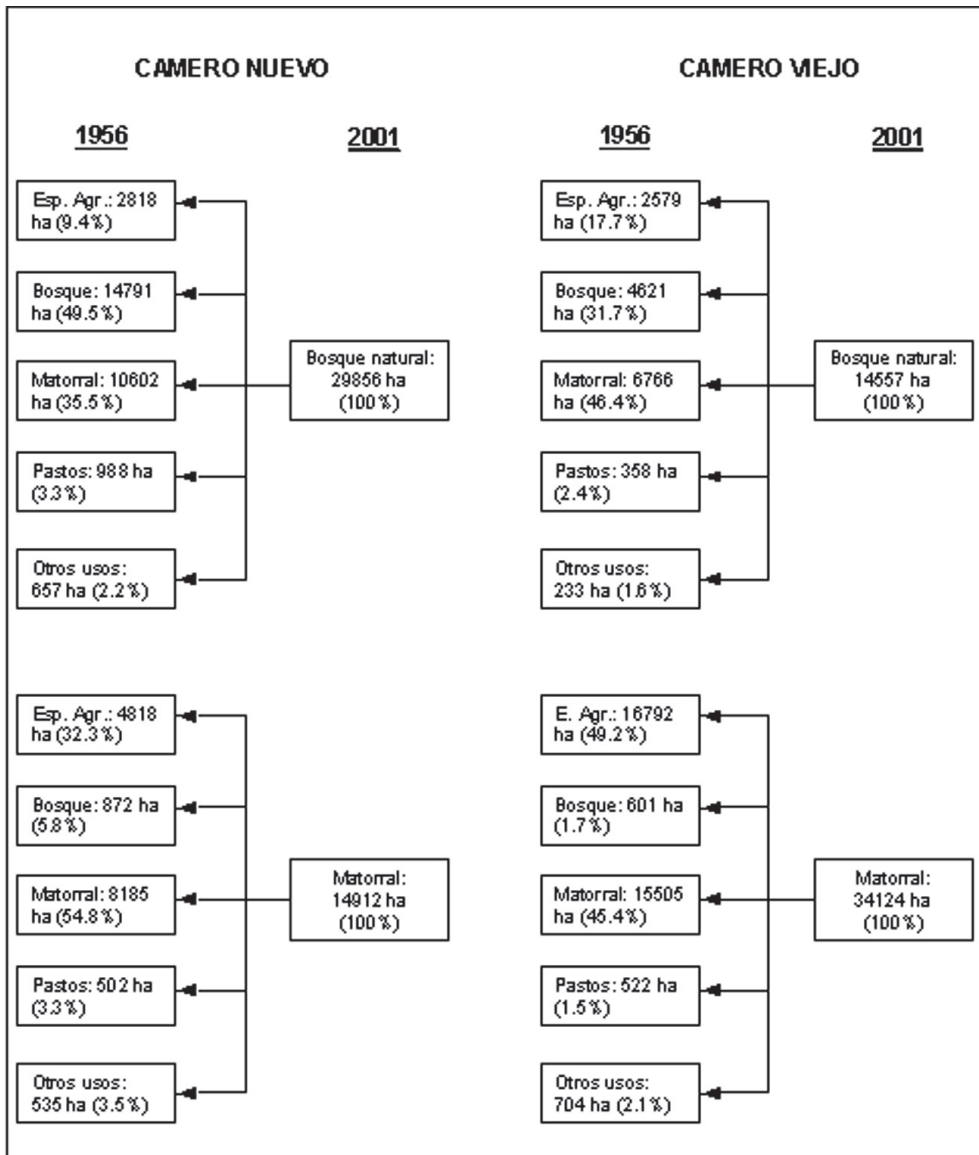


Figura 3

APORTACIÓN DE DIFERENTES ESPACIOS A LAS CUBIERTAS DE BOSQUE Y MATORRAL DE 2001 (LAND-USE IN 1956 OCCUPIED BY FOREST AND SCRUB IN 2001)

res (*Genista scorpius*) y jarales o estrepales (*Cistus laurifolius*) (Tabla 6). Los primeros se encuentran sobre materiales calizos y los segundos sobre litologías silíceas, siendo las especies dominantes en los procesos de sucesión secundaria en campos abandonados de Los Cameros (Sobrón y Ortiz, 1989). Ambas son especies frugales que encuentran buen aco-

modo en suelos poco fértiles y degradados, que resisten bien el frío, las sequías prolongadas y los incendios, sobre todo la estepa. Los aulagares se encuentran repartidos por los cuatro valles de Los Cameros, concentrándose en altitudes entre 800 y 1200 m. Los jarales, por el contrario, se localizan fundamentalmente en el Leza y Jubera (75% de su superficie total), y en menor medida en el Cidacos (17%), con tendencia a ocupar altitudes entre 900 y 1300 m. En estos valles orientales (Camero Viejo) las condiciones ambientales más secas, unido a la intervención del hombre por medio de incendios para regenerar pastos, han favorecido la expansión de este matorral pirófito de gran capacidad regeneradora (Arizaleta et al., 1990).

La expansión de matorrales y bosques se debe fundamentalmente a procesos de sucesión que llevan a recuperar la cubierta vegetal previa a la fase de deforestación. La figura 3 señala qué uso del suelo había en 1956 en las áreas que en 2001 ocupaban bosques y matorrales.

En Camero Viejo (altos valles del Leza, Jubera y Cidacos), el 46,4% de la superficie correspondiente a los bosques actuales tenía una cubierta de matorral en 1956 y el 17,7% eran campos cultivados. La mayor parte de las actuales áreas de matorral proceden de antiguos campos de cultivo, ya que el 49,2% de la superficie actual de matorral se cultivaba en 1956. El espacio agrícola ha constituido, pues, un uso que ha aportado mucha superficie a los cambios de vegetación.

En Camero Nuevo (alto valle del Iregua), por el contrario, los cambios han sido menos intensos. El 49,5% del bosque actual ya era bosque en 1956, mientras que el 35,5% deriva de laderas de matorral y sólo el 9,4% de campos agrícolas. En el mismo sentido, buena parte del espacio de matorral (54,8%) ya estaba ocupado por matorrales en 1956.

Figura 4

CENTROIDES CON RELACIÓN A LAS DOS FUNCIONES DISCRIMINANTES PRINCIPALES. M: MATORRAL; C: CONÍFERAS; F: FRONDOSAS; RF: REPOBLACIÓN FORESTAL; EC: ESPACIO CULTIVADO; EA: ESPACIO AGRARIO ABANDONADO. (CENTROIDS IN RELATION TO THE TWO MAIN DISCRIMINANT FUNCTIONS. M: SCRUB; C: CONIFERS; F: DECIDUOUS FOREST; RF: AFFORESTATION; EC: AGRICULTURAL SURFACE; EA: ABANDONED AGRICULTURAL SURFACE)

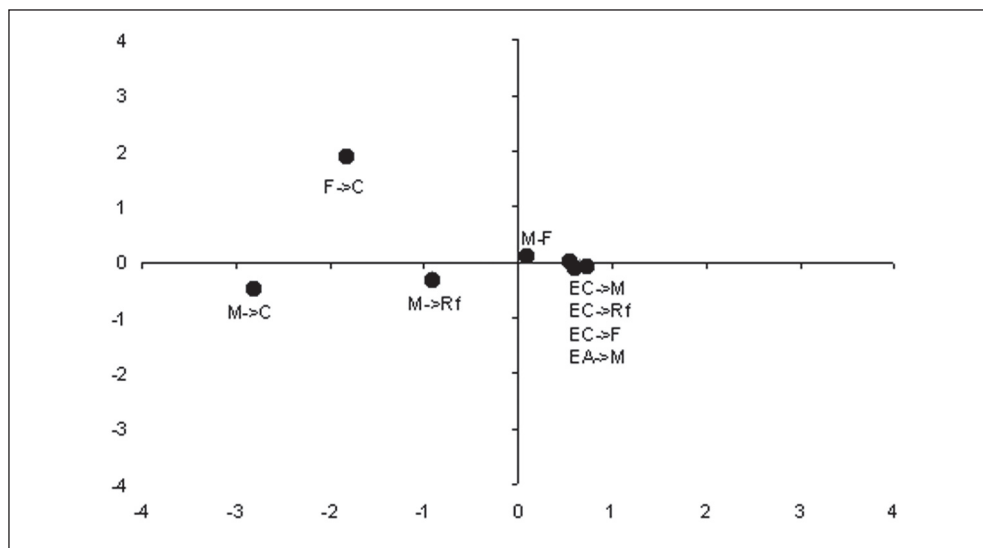


Tabla 7
 COEFICIENTES DE CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES INDEPENDIENTES Y LAS PUNTUACIONES
 DISCRIMINANTES DE CADA FUNCIÓN
 (CORRELATION COEFFICIENTS BETWEEN THE INDEPENDENT VARIABLES AND THE DISCRIMINANT SCORES OF
 EACH FUNCTION)

	Función						
	1	2	3	4	5	6	7
D.N. Poblacion <2 km	.515*	-.108	-.162	.444	-.176	-.232	.083
Altitud 1600-1699 m	-.316*	-.115	-.082	.142	.015	.041	-.051
Altitud 1500-1599 m	-.284*	.153	.034	.101	.099	.042	.038
D.N. Población 8-9.9 km	-.283*	.194	-.235	.180	-.005	.016	-.074
D.N. Poblacion 6-7.9 km	-.341	.446*	-.288	.234	.025	.021	-.068
Altitud 1700-1799 m	-.271	-.298*	-.081	.146	-.019	.052	-.071
Distan. R. Hidro. 600-799 m	-.016	-.021*	.017	.007	.008	.008	.003
Distan. R. Hidro 800-999 m	-.016	-.021*	.017	.007	.008	.008	.003

La función 1 tiene una alta capacidad de discriminación pues aglutina el 75,6% de la varianza.

La tabla, por cuestiones de espacio, sólo incluye las variables que han obtenido una mayor correlación absoluta en las funciones 1 y 2.

Los resultados del análisis discriminante que relaciona los cambios de cubierta vegetal y usos del suelo entre 1956 y 2001 y determinadas variables indican que la expansión de la cubierta vegetal en Los Cameros es un proceso complejo que se resiste a una fácil esquematización. Aun así, la distancia a los núcleos de población (ligada a la gestión) y la variable altitud han sido las más influyentes a la hora de explicar los cambios (Tabla 7). En las áreas próximas a los núcleos de población (espacios localizados a menos de 2 kilómetros) y en las de más baja altitud, el antiguo espacio cultivado ha sido ocupado por matorrales y, en menor medida, por bosques de frondosas y repoblaciones forestales. Por encima de 1500 m de altitud y en áreas alejadas de los pueblos (superior a los 8 kilómetros), los bosques de coníferas han mostrado una fuerte capacidad colonizadora, desalojando a matorrales y pastos subalpinos (Fig. 4). En cotas algo más bajas, los pinos ocupan áreas de frondosas, que no han podido competir con las coníferas dado su crecimiento más lento.

V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los Cameros, al igual que la mayor parte de las áreas de la montaña española, registró un uso intensivo de su territorio durante siglos y experimentó la marginación productiva, especialmente del sector primario, a lo largo del siglo XX (Lasanta, 1990). Como consecuencia de la subutilización, con frecuencia abandono total, de muchos de sus recursos se asiste desde inicios del siglo XX a un intenso proceso de revegetación, que puede sintetizarse en dos procesos: incremento de la densidad de las áreas que ya eran bosque y aumento de la

superficie forestal, tanto por sucesión secundaria como por repoblaciones efectuadas por el hombre.

La superficie forestal (incluyendo bosques y áreas de matorral) pasó de ocupar 71.697 ha en 1956 a 102.945 ha en 2001, un incremento del 43,6%, mostrando un cambio de gran magnitud que no puede ignorarse por sus implicaciones ambientales, paisajísticas y socioeconómicas (Lasanta et al., 2006).

El avance de la vegetación es un proceso generalizable a la montaña de los países desarrollados (Riebsame et al., 1994). Para algunos autores, el incremento térmico es la principal causa de la evolución positiva de la biomasa vegetal (Kawabata et al. 2001; Lucht et al., 2002). Sin desdeñar el papel de esa posible causa, en la montaña mediterránea parece más justificable atribuir la principal responsabilidad a los cambios de gestión y de uso del suelo (Ramankutty y Foley, 1999; MacDonald et al., 2000; Kozak, 2003). En las páginas precedentes se ha señalado que la revegetación vino precedida de la pérdida de población (más de un 72% entre 1900 y 2006), el abandono del espacio agrícola (97,5%), el descenso de la presión ganadera (más del 80% entre el siglo XVII y mediados del siglo XX), y la posterior implantación de sistemas cada vez menos vinculados al territorio.

En relación con todo ello, el incremento de la densidad de los bosques parece consecuencia de la baja extracción de madera, de la sustitución de la leña por otros combustibles y de la ausencia de pastoreo (Carmel y Kadmon, 1999; Poyatos et al., 2003), mientras que la expansión del bosque y de los matorrales tiene mucho que ver con el abandono de campos de cultivo, y el desarrollo posterior de procesos de sucesión secundaria (Gómez-Sal et al. 1993; Piussi, 2000; Pascarella et al., 2000; Lasanta y Vicente-Serrano, 2006). Un papel secundario ha tenido la política de reforestación implantada desde los años cuarenta del siglo XX, ya que el incremento por repoblaciones ha sido menor que el correspondiente al bosque natural, de 9.420 ha y 21.833 ha, respectivamente entre 1956 y 2001.

El proceso de revegetación ha tenido lugar en los cuatro valles estudiados, si bien se observan dos diferencias interesantes. Por un lado, se ha comprobado que ha sido más intenso en Camero Viejo (valles del Leza, Jubera y Cidacos) que en Camero Nuevo (valle del Iregua); en este último se han registrado menos cambios de cubierta: el 49,5 % de la superficie de bosque y el 54,8% de los matorrales de 2001 ya lo eran en 1956, mientras que en Camero Viejo lo eran el 31,7% y el 45,4%, respectivamente. Por otro lado, el espacio agrícola ha participado más en los cambios de cubierta vegetal en Camero Viejo que en Camero Nuevo. Ambos hechos ponen de manifiesto que la dinámica de la cubierta vegetal ha sido mayor allí donde más intervino el hombre; inicialmente lo hizo con fases de deforestación y más recientemente con una utilización muy extensiva o nula de elevadas proporciones del territorio. En este sentido, Lasanta y Vicente-Serrano (2006) comprobaron en el valle pirenaico de Borau que las laderas bajas y medias de exposición solana, con elevada presencia de campos abandonados, fueron las que más cambiaron de cubierta vegetal, debido a que fueron las más intervenidas por el hombre en el pasado (deforestadas, desbrozadas, roturadas y cultivadas) y durante el siglo XX las más marginadas (dejadas de cultivar y sin pastar). Es muy conocido que el abandono de tierras de cultivo y la ausencia de pastoreo llevan a un proceso de sucesión secundaria, que en poco tiempo cubre los campos de matorrales y en una etapa posterior de bosques, mientras que el pastoreo continuado mantiene una cubierta herbácea y bloquea la colonización vegetal (Molinillo et al., 1997; González-Martínez y Bravo, 2001).

No obstante, se abren algunos interrogantes que convendrían ser resueltos en el futuro: i) ¿en qué medida las diferencias climáticas que se producen entre Camero Nuevo y Camero Viejo han podido condicionar el ritmo temporal de sucesión vegetal? y ii) ¿hasta qué punto una metodología basada en fotogramas aéreos es capaz de “medir” la complejidad del proceso de sucesión vegetal? Estudios realizados en el Pirineo Central muestran, por un lado, que el ritmo temporal depende mucho de la humedad del suelo; con estrés hídrico el ritmo es más lento que en situaciones sin déficit de humedad, de forma que en ambientes húmedos las etapas de sucesión (vegetación herbácea, matorral, bosque) se cubren más rápidamente (Vicente-Serrano et al., 2003; Poyatos et al., 2003). Por otro lado, Vicente-Serrano et al (2006) señalan que el proceso de sucesión vegetal pasa por una fase inicial de heterogeneidad y una posterior de homogeneización de la cubierta vegetal; la primera fase es fácil de cuantificar con fotogramas aéreos de distintos años, mientras que la segunda -caracterizada por pequeños cambios en la cubierta vegetal- es difícil de apreciar, cosa que no ocurre con el análisis de índices de vegetación continuos. Trasladado esto al área de estudio permitiría plantear como hipótesis que en Camero Nuevo el proceso de sucesión secundaria ha sido más rápido (ahora se encontraría en una fase de homogeneización de la cubierta vegetal) que en Camero Viejo, que aún estaría en la de heterogeneización, lo que nos llevaría a concluir que los cambios han sido mayores en los valles de Camero Viejo.

En definitiva, Los Cameros está inmerso en un proceso de cambio de vegetación que lleva al incremento de los matorrales y bosques. Dicho cambio es de gran intensidad y afecta a la mayor parte del territorio, por lo que debe tenerse en cuenta a la hora de plantear programas de gestión, no sólo por sus efectos socioeconómicos sino también por las implicaciones ambientales y paisajísticas que tienen los cambios de cubierta vegetal.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en el marco de los proyectos de investigación: *Procesos y balances de sedimentos a diferentes escalas espaciales en ambientes mediterráneos: Efectos de las fluctuaciones climáticas y de los cambios de uso del suelo* (CGL2006-11619/HID), *RS_FIRE: Regeneración vegetal y erosión de áreas incendiadas. Análisis integrado de la severidad del fuego y de parámetros ambientales mediante teledetección y SIG* (CGL2005-04863-CLI) y *Comportamiento y modelización espacio-temporal de la transferencia de sedimentos en diferentes usos del suelo: laderas con un uso agrario intensivo* (CGL2007-66644-C04-03/HID), financiados por la CICYT. Ha contado también con el apoyo económico de la Universidad de La Rioja al Grupo de Investigación EUSOT, de la DGA al Grupo de Excelencia “Geomorfología y Cambio Global” y del Instituto de Estudios Riojanos (Gobierno de La Rioja).

BIBLIOGRAFÍA

- ADAMS, J.M. y PIOVESAN, G. (2002): Uncertainties in the role of land vegetation in the carbon cycle. *Chemosphere*, 49, 805-819.
- ARIZALETA, J.A., FERNÁNDEZ-ALDANA, R. y LOPO, A. (1990): Los matorrales de La Rioja. *Zubía*, 8, 83-127.

- BEGUERÍA, S., LÓPEZ-MORENO, J.I., LORENTE, A., SEEGER, M. y GARCÍA-RUIZ, J.M. (2003): Assessing the effect of climate oscillations and land-use changes on streamflow in the Central Spanish Pyrenees. *Ambio*, 32, 283-286.
- CALVO PALACIOS, J.L. (1977): *Los Cameros. De región homogénea a espacio-plan*. Instituto de Estudios Riojanos. Logroño.
- CARMEL, Y. y KADMON, R. (1999): Effects of grazing and topography on long-term vegetation changes in a Mediterranean ecosystem in Israel. *Plant Ecology*, 145, 243-254.
- FARINA, A. (2000): The cultural landscape as a model for the integration of ecology and economics. *BioScience*, 50 (4), 313-320.
- GARCÍA-RUIZ, J.M. y LASANTA, T. (1989): La ganadería extensiva en áreas montañosas marginales: algunos problemas teóricos y prácticos. *Anales del Instituto de Estudios Agropecuarios*, 9, 77-94.
- GARCÍA-RUIZ, J.M. y ARNÁEZ, J. (1991): *Mapa geomorfológico de Munilla (Hoja, 242)*. Geoforma Ediciones. Logroño, 26 pp. + 1 mapa a escala 1: 50.000.
- GARCÍA-RUIZ, J.M., LASANTA, T., MARTÍ, C., GONZÁLEZ, C., WHITE, S., ORTIGOSA, L. y RUIZ-FLAÑO, P. (1995): Changes in runoff and erosion as a consequence of land-use changes in the Central Spanish Pyrenees. *Physics and Chemistry of the Earth*, 20, 301-308.
- GÓMEZ-SAL, A., ÁLVAREZ, J., MUÑOZ YANGUAS, M.A. y REBOLLO, S. (1993): Patterns of change in the Agrarian landscape in an Area of the Cantabrian Mountains (Spain). Assessment by de transition probabilities, en *Landscape Ecology and Agroecosystems* (Bunce, R.G.H., Ryszkowski, L. y Paoletti, M.G., Eds) Lerwis Publishers, Boca Raton, 141-152.
- GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, S.C. y BRAVO, F. (2001): Density and population structure of the natural regeneration of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the High Ebro Basin (Northern Spain). *Annales des Sciences Forestières*, 58, 277-288.
- IBARRA, P. y DE LA RIVA, J. (1995): Dinámica de la cubierta vegetal del suelo como resultado de la despoblación y de la intervención del Estado: el Valle de la Garcipollera (Huesca), en *Pueblos abandonados ¿un mundo perdido?* (Acin, J.L. y Pinilla, V., Eds.). Zaragoza, Rolde de Estudios Aragoneses, 117-140.
- KIRBY, M.J., BRACKEN, L. y REANEY, S. (2002): The influence of land use, soils and topography on the delivery of hillslope runoff to channels in SE Spain. *Earth Surface Processes and Landforms*, 27, 1459-1473.
- KAWABATA, A., ICHII, K. y YAMAGUCHI, Y. (2001): Global monitoring of interannual changes in vegetation activities using NDVI and its relationships to temperature and precipitation. *International Journal of Remote Sensing*, 22 (7), 1377-1382.
- KOZAK, J. (2003): Forest cover change in the Western Carpathians in the past 180 years. A case study of the Orawa Region in Poland. *Mountain Research and Development*, 23(4), 369-375.
- KRAUSMANN, F., HABERL, H., SCHULZ, N.B., ERB, K.H, DARGE, E. y GAUBE, V. (2003): Land-use change and socio-economic metabolism in Austria. Part I: driving forces of land-use change: 1950-1995. *Land Use Policy*, 20,1-20.
- LASANTA, T. (1990): Tendances actuelles de l'organisation spatiale des montagnes espagnoles. *Annales de Géographie*, 551, 51-71.

- LASANTA, T., VICENTE-SERRANO, S. y CUADRAT, J.M. (2000): Marginación productiva y recuperación de la cubierta vegetal en el Pirineo: un caso de estudio en el valle de Borau. *Boletín de la A.G.E.*, 29, 5-28.
- LASANTA, T. y ERREA, M.P. (2001): *Despoblación y marginación en la sierra riojana*. Logroño, Instituto de Estudios Riojanos.
- LASANTA, T., VICENTE-SERRANO, S. y CUADRAT, J.M. (2005): Mountain Mediterranean landscape evolution caused by the abandonment of traditional primary activities: a study of the Spanish Central Pyrenees. *Applied Geography*, 25, 47-65.
- LASANTA, T. y VICENTE-SERRANO, S. (2006): Factores en la variabilidad espacial de los cambios de cubierta vegetal en el Pirineo. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 32, 57-80
- LASANTA, T., GONZÁLEZ-HIDALGO, J.C., VICENTE-SERRANO, S.M. y SFERI, E. (2006): Using landscape ecology to evaluate an alternative management scenario in abandoned Mediterranean mountain areas. *Landscape and Urban Planning*, 78, 101-114.
- LUNCHT, W., PRENTICE, I.C., MYNENI, R.B., SITH, S., FREDLINGSPEIN, P., CRAMER, W., BOUSQUET, P. BUERMANN, W. y SMITH, B. (2002): Climatic control of the high-latitude vegetation greening trend and Pinatubo effect. *Science* 296, 1687-1689.
- LLORET, F., CALVO, E., PONS, X. y DIAZ-DELGADO, R. (2002): Wildfires and landscape pattern in the Eastern Iberian Peninsula. *Landscape Ecology*, 17, 745-759.
- MACDONALD, D., CRABTREE, J.R., WIESINGER, G., DAX, T., STAMOU, N. FLEURY, P., GUTIÉRREZ-LAZPITA, J. y GIBON, A. (2000): Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: environmental consequences and policy response. *Journal Environmental Management*, 59, 47-69.
- MANDER, U., PALANG, H. & ISHE, M. (2004): Development of European landscapes. *Landscape and Urban Planning* 67. Pp. 1-8.
- MEYER, W.B. y TURNER, B.L. (1994): *Changes in Land use and land cover: A global perspective*. Cambridge. Cambridge University Press.
- MOLINILLO, M., LASANTA, T. y GARCÍA-RUIZ, J.M. (1997): Managing mountainous degraded landscape after farmland abandonment in the Central Spanish Pyrenees. *Environmental Management*, 21, 587-598.
- NOGUÉS-BRAVO, D. (2006): Assessing the effect of environmental and anthropogenic factors on land cover diversity in a Mediterranean mountain environment. *Area*, 38 (4).
- NUÑEZ, E. y MARTÍNEZ-ABAIGAR, J. (2001): *El clima de La Rioja. Análisis de precipitaciones y temperaturas*. Logroño, Gobierno de La Rioja.
- OCHAGAVIA, D. (1957): *Historia textil riojana*. Logroño, Instituto de Estudios Riojanos.
- ORTIGOSA, L. (1991): *Las repoblaciones forestales en La Rioja: resultados y efectos geomorfológicos*. Logroño. Geoforma Ediciones.
- OSERIN, M. (2007): *Cambios en la gestión del territorio en una montaña media mediterránea y sus impactos medioambientales: Hacia un nuevo paisaje (altos valles del Iregua, Leza, Jubera y Cidacos, Sistema Ibérico Noroccidental)*. Tesis Doctoral. Zaragoza, Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza.
- PASCARELLA, J.B., AIDE, T.M., SERRANO, M.I. y ZIMMERMAN, J.K. (2000): Land-use history and forest regeneration in the Cayey Mountains, Puerto Rico. *Ecosystems*, 3, 217-228.

- PIUSSI, P. (2000): Expansion of European mountain forest, en *Forest in Sustainable Mountain Development: A State of knowledge report for 2000* (Price, M.F., Butt; N. Edrs.). Wallingford, UK, International Union of Forest Research Organizations, 19-25.
- POYATOS, R., LATRON, J. y LLORENS, P. (2003): Land-use and land cover change after agricultural abandonment. The case of a Mediterranean Mountain Area (Catalan Pre-Pyrenees). *Mountain Research and Development*, 23 (4), 52-58.
- RAMANKUTTY, N. y FOLEY, J.A. (1999): Estimating historical changes in global land cover: croplands from 1700 to 1992. *Global Biogeochemical Cycles*, 13 (4), 997-1027.
- RIEBSAME, W.E., MEYER, W.B. y TURNER, B.L. (1994): Modelling land use and cover as part global environmental change. *Climatic Change*, 28, 1-10.
- ROURA-PASCUAL, N., PONS, P., ETIENNE, M. y LAMBERT, B. (2005): Transformation of a rural landscape in the Eastern Pyrenees between 1953 and 2000. *Mountain Research and Development*, 25(3), 252-261.
- RUIZ URRESTARAZU, E. (1982): *La transición climática del cantábrico Oriental al valle medio del Ebro*. Vitoria, Diputación Foral de Alava.
- SOBRON, I. (1987): Aproximación al estudio del escalonamiento vegetal en las montañas de La Rioja. *Estudios Geográficos*, 189, 659-680.
- SOBRÓN, I. y ORTIZ, F. (1989): Aspectos de la colonización vegetal en un área de montaña submediterránea: el valle del Jubera (Sistema Ibérico). *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 15, 99-108.
- TRABAUD, L. y GALTÍE, J.F. (1996): Effects of fire frequency on plant communities and landscape pattern in the Massif des Aspres (Southern France). *Landscape Ecology*, 11, 215-224.
- UBALDE, J.M., RIUS, J. y POCH, R.M. (1999): Monitorización de los cambios de uso del suelo en la cabecera de cuenca de la Ribera Salada mediante fotografía aérea y SIG. (El Solsonés; Lleida, España). *Pirineos*, 153-154, 101-122.
- VICENTE-SERRANO, S., LASANTA, T. y CUADRAT, J.M. (2000): Influencia de la ganadería en la evolución del riesgo de incendio en función de la vegetación en un área de montaña: el ejemplo del valle de Borau (Pirineo Aragonés). *Geographicalia*, 38, 33-58.
- VICENTE-SERRANO, S., LASANTA, T. y CUADRAT, J.M. (2003): Diferencias espaciales en el proceso de revegetación: influencia de los factores ambientales y de la gestión en el Pirineo Central, en *El cambio en el uso del suelo y la degradación en España* (Marzolf, I., Ries, J. De la Riva, J. y Seeger, M, Edrs.). Frankfurt am Main, Johann Wolfrand Goethe, Universitat Frankfurt am Main, 31-46.
- VICENTE-SERRANO, S., LASANTA, T. y ROMO, A. (2004): Analysis on spatial and temporal evolution of vegetation cover in the Spanish Central Pyrenees: Role of human management. *Environmental Management*, 34, 802-818.
- VICENTE-SERRANO, S., BEGUERÍA, S. y LASANTA, T. (2006): Diversidad espacial de la actividad vegetal en campos abandonados del Pirineo Central español: Análisis de los procesos de sucesión mediante imágenes Landsat (1984-2001). *Pirineos*, 161, 59-84.
- VITOUSEK, P.M., MOONEY, H.A., LUBCHENKO, J., y MELILLO, J.M. (1997): Human domination of earth's ecosystems. *Science*, 277, 494-499.
- WALDHARDT, R. (2003): Biodiversity and landscape: summary conclusions and perspectives. *Agriculture Ecosystem Environment*, 98, 305-309.

