

MARGINACIÓN PRODUCTIVA Y RECUPERACIÓN DE LA CUBIERTA VEGETAL EN EL PIRINEO: UN CASO DE ESTUDIO EN EL VALLE DE BORAU

Teodoro Lasanta Martínez¹
Sergio M. Vicente Serrano²
J.M. Cuadrat Prats²

RESUMEN

Se estudia la evolución de la cubierta vegetal en el valle de Borau (Pirineo aragonés) como consecuencia de los cambios de gestión durante la segunda mitad del siglo XX. El abandono agrícola de campos de cultivo y el descenso de la presión ganadera han implicado el avance del bosque y de los matorrales. Los resultados obtenidos señalan que el aprovechamiento ganadero del territorio condiciona la evolución de la cubierta vegetal: las áreas pastadas intensivamente mantienen la cubierta herbácea, mientras que las aprovechadas de forma extensiva experimentan un proceso de revegetación arbórea o de matorral.

Palabras clave: montaña, cambios de uso del suelo, cubierta vegetal, ganadería, Pirineo.

ABSTRACT

In this paper we study the evolution of the vegetation cover in the Borau valley (Aragonese Pyrenees) and its relation with land use changes during the last half of the XXth century. The abandonment of farm fields and the decrease in livestock grazing pressure have resulted in a general expansion of forest and shrubland. Our results indicate that livestock

1 Instituto Pirenaico de Ecología, (CSIC). Apdo. 202 - Zaragoza.

2 Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna 12. Ciudad Universitaria. 50009 - Zaragoza.

grazing is the main factor controlling the vegetation cover: areas of intensive grazing have maintained the grass cover, while areas only subjected to extensive grazing have been colonised by shrub and forest.

Key words: mountain, land use changes, vegetation cover, livestock, Pyrenees.

1. INTRODUCCIÓN

El Pirineo español, al igual que el conjunto de la montaña española, fue aprovechado intensamente durante siglos para alimentar a una población relativamente elevada y a un censo ganadero muy numeroso durante la estación estival. El nivel superior del bosque fue talado para incrementar la superficie de pastos de verano y, así, poder alimentar rebaños mayores (Montserrat, 1992; García-Ruiz y Valero, 1998). Por su parte, Daumas (1976) y Lasanta (1989) ponen de relieve que el espacio agrícola ocupó una superficie muy amplia (casi el 30% de la localizada por debajo de los 1.600 m.) procedente de la deforestación y desmatorralización de laderas bajas, fundamentalmente en las solanas. El bosque sufrió, además, una explotación maderera para el abastecimiento de la construcción y de la marina (Balcells, 1983; De la Riva, 1997). La totalidad del territorio formaba parte del sistema productivo, lo que implicó que la cubierta vegetal sufriese un proceso de contracción muy importante, aunque con diferencias de intensidad entre unas y otras áreas.

Desde principios del siglo XX se ha producido un cambio importante, con una progresiva disminución de la presión antrópica. Conforme la emigración de la población hacia las ciudades iba aumentando y a medida que los intercambios de productos entre la montaña y el llano eran más fluidos, se liberó gran parte del espacio agrícola. A la vez el sistema trashumante, que había permitido elevados censos de ovino, fue declinando hasta desaparecer prácticamente durante los años cincuenta-sesenta; se produjo un descenso muy acusado del lanar que no fue compensado por el incremento del vacuno (García-Ruiz y Balcells, 1978). En estas condiciones, la explotación del territorio tendió a concentrarse en un espacio muy reducido, mientras que el resto experimentó un claro proceso de extensificación de uso, con marginación productiva o abandono de muchas áreas. Lasanta (1988) explica el proceso de abandono de campos de cultivo, actualmente el espacio agrícola (dedicado ahora exclusivamente a la producción de forraje para alimentación del ganado) se concentra básicamente en los fondos de valle (aprovechando glaciares, terrazas y algunos conos de deyección) y en menor medida en rellanos más o menos amplios en las laderas, con frecuencia coincidentes con depósitos de obturación glaciaria (Barranco del Hospital en el valle de Hecho, Aso de Sobremonte en el Alto Gállego, Linás de Broto en el Ara, o de Chía en el Alto Esera, por poner algunos ejemplos significativos), mientras que los campos localizados en laderas no mecanizables se han dejado de cultivar masivamente. En el mismo sentido, la disminución de la cabaña ganadera implica un menor aprovechamiento de los recursos pastorales, con una discriminación espacial muy importante entre diferentes áreas en función del tipo de ganado, la calidad de los pastos, su grado de accesibilidad y el manejo de los pastores (García-González *et al.*, 1990). Aún con todo, la ganadería extensiva es la principal actividad económica en muchos pueblos del Pirineo aragonés, mientras que el turismo, con un fuerte desarrollo reciente, sólo es la primera fuente económica en algunos núcleos con

estación de esquí (Benasque, Sallent de Gállego, Panticosa, Canfranc) o localizados en puntos estratégicos (Biescas, Castejón de Sos, Torla, Broto, etc).

Como consecuencia de la tendencia hacia la producción extensiva o marginación de gran parte del territorio se asiste a un destacado proceso de revegetación con avance muy claro del matorral y del bosque; proceso que está condicionado por factores ambientales y por la gestión antrópica, básicamente ganadera, que discrimina en el grado de presión sobre el territorio. Conocer cómo se distribuye espacialmente dicho proceso tiene un gran interés socioeconómico (potencialidad y calidad de recursos pastorales), ambiental (localización y grado de accesibilidad a los cauces de las fuentes de sedimentos, producción y calidad de las aguas de escorrentía, riesgo de incendio) y paisajístico (diversidad y grado de fragmentación del paisaje vegetal, calidad visual y atractivo turístico). En este trabajo se estudian, exclusivamente, los cambios en la cubierta vegetal durante la segunda mitad del siglo XX en el valle de Borau, tratando de determinar la influencia producida por la gestión que el hombre hace del territorio. El valle de Borau constituye un lugar adecuado para realizar este tipo de estudio, porque presenta un proceso de marginación acusado a lo largo del siglo XX (al igual que el resto de los valles pirenaicos que no han desarrollado la actividad turística) con pérdida de población, contracción del área agrícola y relajación de la presión ganadera. No obstante, cuenta con los tres sistemas ganaderos que hay en la actualidad en el Pirineo: vacuno estante y ovino estante y trashumante. Esto le hace ser un valle representativo del Pirineo central español a la hora de establecer relaciones entre marginación productiva y recuperación de la cubierta vegetal.

2. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se ha desarrollado en el valle de Borau, Pirineo Aragonés Occidental (Figura 1). Su superficie es de 4.186,2 ha, perteneciendo toda ella al municipio de Borau, que es, además, el único núcleo de población del valle. Este tiene una disposición meridiana, al igual que la mayoría de los valles pirenaicos, cortando transversalmente las Sierras Interiores, de litología calcárea, y las Sierras del Flysch, que se desarrollan inmediatamente al Sur. El último sector es el que ocupa mayor amplitud, constituyendo un área homogénea de cumbres redondeadas y vertientes regularizadas con desniveles del 20 al 60%, solamente interrumpidas por el desarrollo de barras calcáreas, que dan lugar a formas de relieve más abruptas (Soler y Puigdefábregas, 1972). En el flysch se han instalado procesos geomorfológicos muy activos, dominando los relacionados con el arroyamiento difuso y los surcos o incisiones, si bien en las laderas de mayor pendiente aparecen deslizamientos, a veces de gran envergadura (García-Ruiz y Puigdefábregas, 1982).

El clima tiene matices del mediterráneo templado y del oceánico húmedo. Se sitúa entre el cantábrico de lluvias invernales continuas y homogéneas y el submediterráneo continental, en el que se aprecia un periodo de sequía estival. Se podría clasificar como submediterráneo de montaña con cierta influencia continental, que se refleja en el descenso estival de las precipitaciones y en el carácter tormentoso de éstas. En la estación próxima de Esposa (979 m. de altitud) las precipitaciones anuales son de 1086 mm y la temperatura media de 9,9 °C. El ombrotermograma muestra una distribución estacional relativamente homogénea de las precipitaciones, aunque con débiles máximos otoñales e invernales, y un mínimo estival, única estación con ligero déficit hídrico.

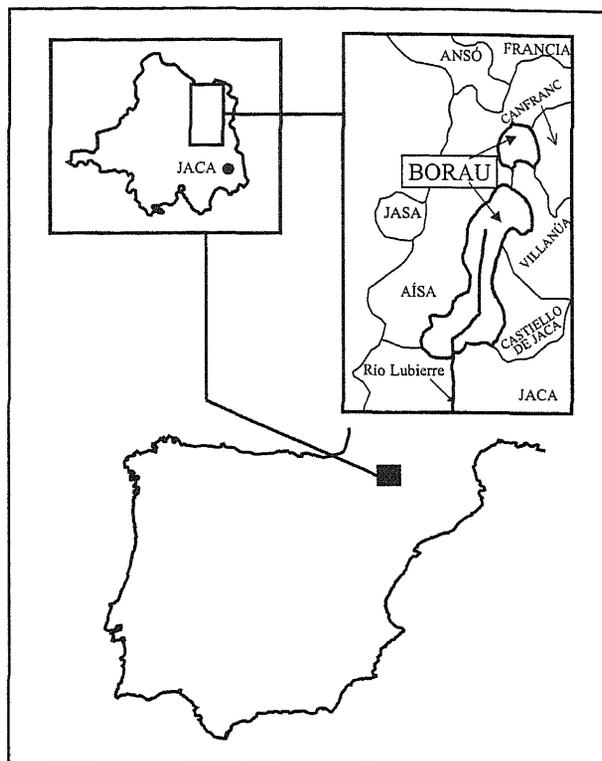
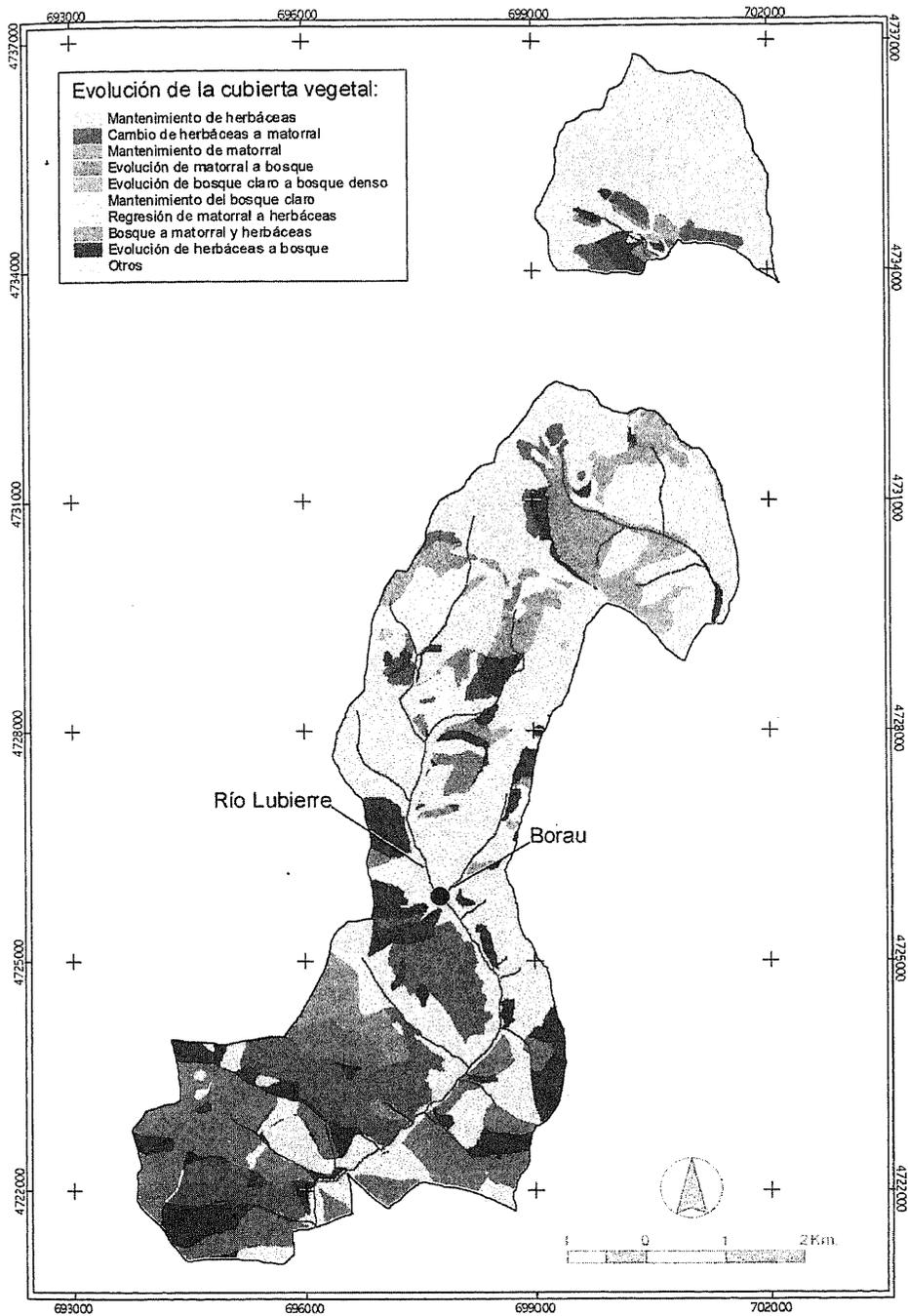


Figura 1. Localización del área de estudio.

Chauvelier (1987) distingue en el valle de Borau dos ecosistemas bien diferenciados: Entre 800 y 1.800 m. de altitud aparece un ecosistema forestal en el piso montano, mientras que a partir de 1.700-1.800 m se desarrolla un ecosistema supraforestal que se corresponde con el piso vegetal subalpino. Ambos pisos de vegetación se vieron afectados enormemente por la acción humana, lo que implicó el descenso del nivel superior del bosque y la deforestación de las laderas bajas para el cultivo. Estas intervenciones llevaron a que las masas forestales (de pino y roble, sobre todo) se refugiaron en los enclaves menos favorables para el uso agropecuario (umbrías, fuertes pendientes y sectores alejados del pueblo), mientras que la mayor parte del territorio fue ocupada por cultivos en el piso montano y por pastizales en el piso subalpino.

3. METODOLOGÍA

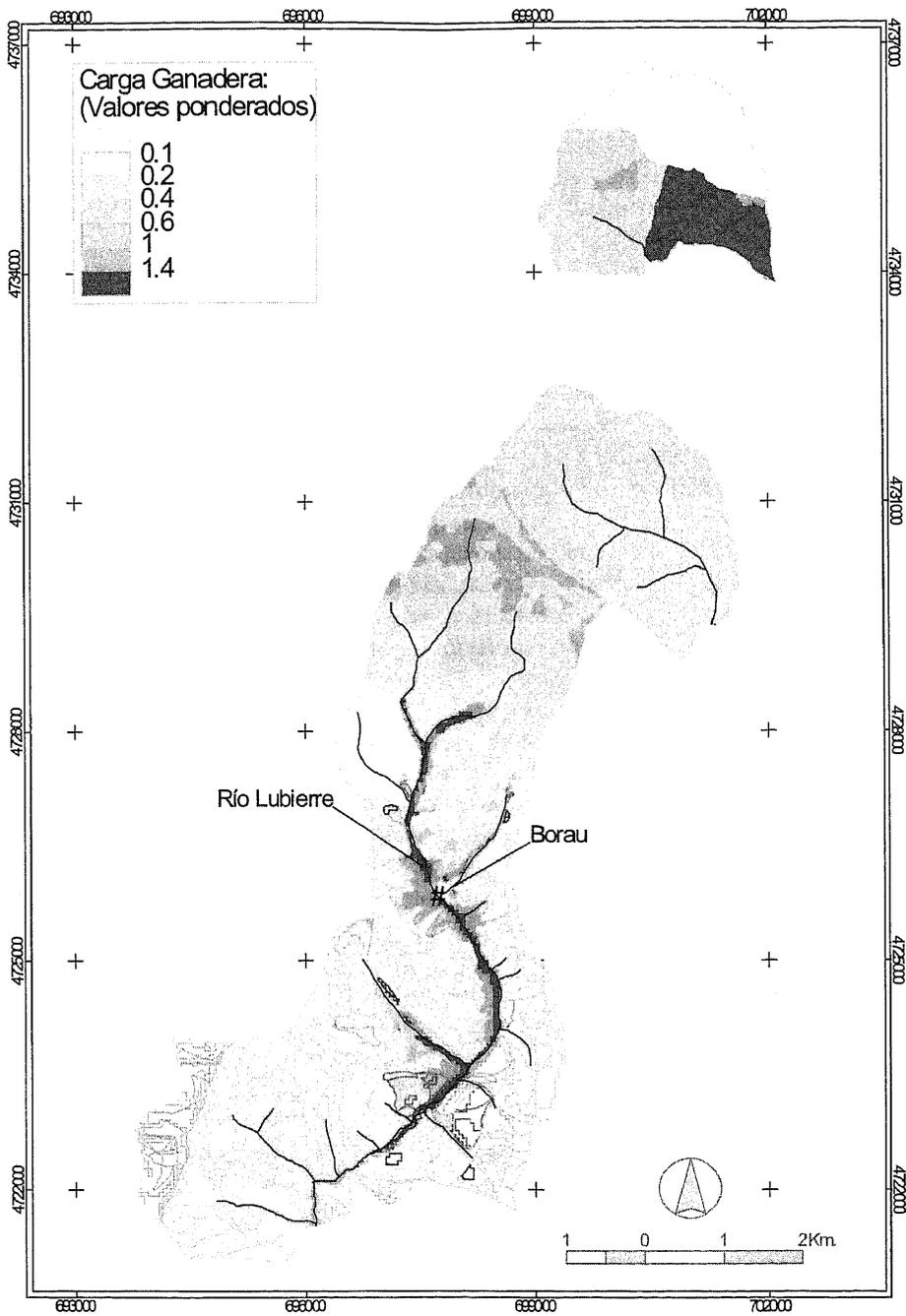
La cartografía de la cubierta vegetal se ha basado en la fotointerpretación secuenciada de fotografías aéreas de 1957 (escala 1:32.000), 1978 (escala 1:18.000), 1981 (escala 1:20.000) y 1990 (escala 1:20.000). La del año 2000 se realizó mediante trabajo de campo, redibujando la cartografía de 1990 para adecuarla a la situación actual. Se establecieron doce categorías, que resumen la gran variedad de situaciones que aparecen en la montaña pirenaica. Las



Mapa 1. Evolución de la cubierta vegetal en Borau (1957-2000).

Tabla 1
PARES DE EVOLUCIÓN EN EL CAMBIO DE LA CUBIERTA VEGETAL

1. Mantenimiento de herbáceas	<ul style="list-style-type: none"> a) Pastos supraforestales-pastos supraforestales b) Matorral claro-matorral claro c) Campos abandonados con matorral claro-campos abandonados con matorral claro d) Campos de cultivo-campos abandonados con matorral claro e) Campos abandonados con matorral claro-campos de cultivo
2. Cambio de herbáceas a matorral	<ul style="list-style-type: none"> a) Pastos supraforestales-pastos supraforestales con matorral b) Campos abandonados con matorral claro c) Campos de cultivo-campos abandonados con matorral denso d) Matorral claro-matorral denso
3. Mantenimiento de matorral	<ul style="list-style-type: none"> a) Pastos supraforestales con matorral-pastos supraforestales con matorral b) Campos abandonados con matorral denso-campos abandonados con matorral denso c) Matorral denso-matorral denso
4. Evolución de matorral a bosque	<ul style="list-style-type: none"> a) Matorral denso-bosque claro b) Matorral denso-bosque denso c) Campos abandonados con matorral denso-bosque denso d) Campos abandonados con matorral claro-bosque claro e) Pastos supraforestales con matorral-bosque denso f) Pastos supraforestales con matorral-bosque claro
5. Evolución de bosque claro a bosque denso	<ul style="list-style-type: none"> a) Bosque claro-bosque denso
6. Mantenimiento del bosque claro	<ul style="list-style-type: none"> a) Bosque claro-bosque claro
7. Regresión de matorral a herbáceas	<ul style="list-style-type: none"> a) Campos abandonados con matorral denso-campos abandonados con matorral claro b) Pastos supraforestales con matorral-pastos supraforestales
8. Bosque a matorral y herbáceas	<ul style="list-style-type: none"> a) Bosque claro-pastos supraforestales con matorral b) Bosque claro-pastos supraforestales
9. Evolución de herbáceas a bosque	<ul style="list-style-type: none"> a) Matorral claro-bosque denso b) Matorral claro-bosque claro c) Campos de cultivo-bosque claro d) Campos de cultivo-bosque denso e) Campos abandonados con matorral claro-bosque claro f) Campos abandonados con matorral claro-bosque denso g) Pastos supraforestales-bosque claro h) Pastos supraforestales-bosque denso
10. Otros	<ul style="list-style-type: none"> a) Bosque denso-bosque denso b) Evolución a bosque de repoblación



Mapa 2. Carga Ganadera ponderada en el valle de Borau (1957-2000).

categorías elegidas fueron: 1: Pastos supraforestales. 2: Pastos supraforestales con matorral, 3: Bosque denso, 4: Bosque claro, 5: Bosque de repoblación, 6: Matorral claro, 7: Matorral denso, 8: Campos abandonados con matorral claro, 9: Campos abandonados con matorral denso, 10: Campos de cultivo, 11: Roca sin cubrimiento vegetal y 12: Núcleo de población.

La cartografía realizada se digitalizó y se incorporó a un Sistema de Información Geográfica (ArcInfo, 7.04), lo que permitió superponer los cuatro mapas relacionados (1957, 1978-81, 1990 y 2000) y de este modo conocer la evolución de la cubierta vegetal en los 43 años transcurridos. La combinación posible de pares de evolución y la reclasificación de los mismos se anota en la tabla 1 y se representa en el mapa 1. Por otro lado, la elaboración y superposición con el Mapa Digital del Terreno (MDT) permite disponer de información sobre la influencia de la topografía (altitud, pendiente, exposición) y la accesibilidad y distancia a los núcleos de población en los cambios de uso del suelo.

Dado que la gestión antrópica durante la segunda mitad del siglo XX se ha basado casi exclusivamente en el aprovechamiento ganadero, se recopiló información sobre la evolución de los censos ganaderos desde principios de siglo y sobre los cambios en las áreas de pastoreo, teniendo en cuenta el tipo de ganado, el tiempo de permanencia y el número de cabezas que a lo largo del tiempo ha aprovechado cada espacio. Estos datos sirvieron de base para elaborar una cartografía de carga ganadera durante los últimos cuarenta años. Inicialmente se realizaron cartografías parciales para cada uno de los intervalos de tiempo de los que se disponía de información de vegetación, para a continuación elaborar una cartografía de síntesis de todo el periodo estudiado.

Una limitación considerable de esta metodología estriba en que la delimitación de las áreas de pastoreo daba lugar a perímetros más extensos que los obtenidos con la cartografía de la cubierta vegetal, que ofrece mucho mayor detalle. Las áreas de pastoreo se delimitaron a partir de encuestas a los ganaderos —único método de conocer los itinerarios de décadas anteriores—, por lo que resulta prácticamente imposible cartografiar con detalle áreas pequeñas con diferente presión ganadera, lo que podía invalidar fácilmente los posteriores análisis, basados en la interacción entre presión ganadera y evolución vegetal. Se debe tener en cuenta que dentro de las áreas homogéneas de pastoreo resultantes, posiblemente el ganado no ha pastado en ellas de modo uniforme, al seleccionar sectores en función de sus condiciones topográficas y de apetecibilidad de la vegetación (García González, *et al.*, 1990; Remón, 1997). Esta limitación se trató de superar mediante la ponderación de algunas variables consideradas muy influyentes de los itinerarios de pastoreo: distancia y accesibilidad de los establos, pendiente, altitud en los pastos estivales, acceso al pastoreo de las diferentes cubiertas vegetales (Mapa 2). Se estableció la ponderación siguiente (una ampliación puede consultarse en Vicente *et al.*, 2000):

$$C.G. = \frac{[(D.Ovi \times C.G.Ovi) + (D.Vacu \times C.G.Vacu)] \times [E \times 0,1 + U \times 0,2 + A \times 0,3 + P \times 0,4]}{100}$$

C.G.= Carga ganadera ponderada

D.Ovi= Días promedio en los que ha pastado el ganado ovino

C.G.Ovi= Carga ganadera promedio del ganado ovino en U.G.M./ha.

D.Vacu= Días promedio en los que ha pastado el ganado vacuno.

C.G.Vacu= Carga ganadera promedio del vacuno en U.G.M./ha.

E= Valor de ponderación de distancia a los establos

P= Valor de ponderación de la pendiente

A= Valor de ponderación de la altitud en el caso de los puertos

U= Valor de ponderación de la posibilidad de pastoreo en función de la cubierta.

La influencia de la ganadería en la evolución de la cubierta vegetal se estimó mediante la aplicación de varios análisis discriminantes sobre el cruce de información obtenido de los cambios de cubierta vegetal con el MDT y derivados, y con la carga ganadera.

4. RESULTADOS

4.1. La marginación productiva durante el siglo XX en el valle de Borau

La organización tradicional del espacio se basó en el aprovechamiento integral de todos los recursos disponibles, lo que era necesario para alimentar a un número elevado de habitantes y a un censo ganadero numeroso en el marco de un sistema de gestión muy dependiente de los recursos autóctonos. A principios de siglo (entre 1905 y 1920) se construyeron la mayor parte de las carreteras que ponían en contacto los valles pirenaicos con los núcleos cabecera (Pujadas y Comas, 1975). La llegada de productos e ideas procedentes del llano favoreció el inicio del cambio en la sociedad rural pirenaica y la transformación de los usos del suelo tradicionales. A partir de los años cincuenta y sesenta el cambio se hizo mucho más evidente con la incorporación definitiva de la montaña al mercado nacional, lo que incrementó los intercambios de productos y estableció la competitividad entre diferentes comarcas para colocar sus productos en el mercado. Fue entonces cuando se evidenciaron las menores posibilidades de la montaña para acceder a un mercado muy dinámico y de amplio radio espacial. Ello se manifestó en un brusco descenso de la población, en la contracción del espacio agrícola y en la caída de los censos ganaderos.

En el censo de población de 1857 aparecían censadas 487 personas, contingente similar al que se registraba en 1910 (460 personas); a partir de esta fecha se inicia un descenso sostenido de la población, que lleva a que en 1991 sólo estuvieran censadas en el valle 73 personas (el 15,9% de la población existente en 1910). En 1996 la población ascendía a 78 habitantes. A lo largo del siglo XX se produce, pues, una pérdida de población cifrada en 382 personas, pasando de una densidad demográfica de 11 hab/Km² en 1910 a 1,8 hab/Km² en 1996.

De forma simultánea al descenso poblacional se asiste a la contracción del espacio agrícola. A partir de la fotografía aérea de 1957 se puede estimar que los campos de cultivo llegaron a ocupar casi el 43% del territorio, extendiéndose por la mayor parte de las laderas medias y bajas del valle, donde alcanzaron una alta representación los campos de uso esporádico o itinerante (articas). En 1944, según el Mapa de Abastecimientos de la provincia de Huesca, sólo se cultivaba ya el 14,4% de la superficie total del valle, habiéndose abandonado el 28,5% del área agrícola tradicional. El proceso de abandono continuó en las décadas posteriores, aunque a un ritmo mucho más lento: En 1957 se mantenía en cultivo el 9,4% del territorio, en 1978 ya solamente el 4,9%, en 1990 el 4,7%, valor que se repite en el año 2000. Los campos abandonados ocupan más del 38% del territorio, siendo uno de los usos con mayor extensión superficial, mientras que el espacio agrícola se concentra en el estrecho

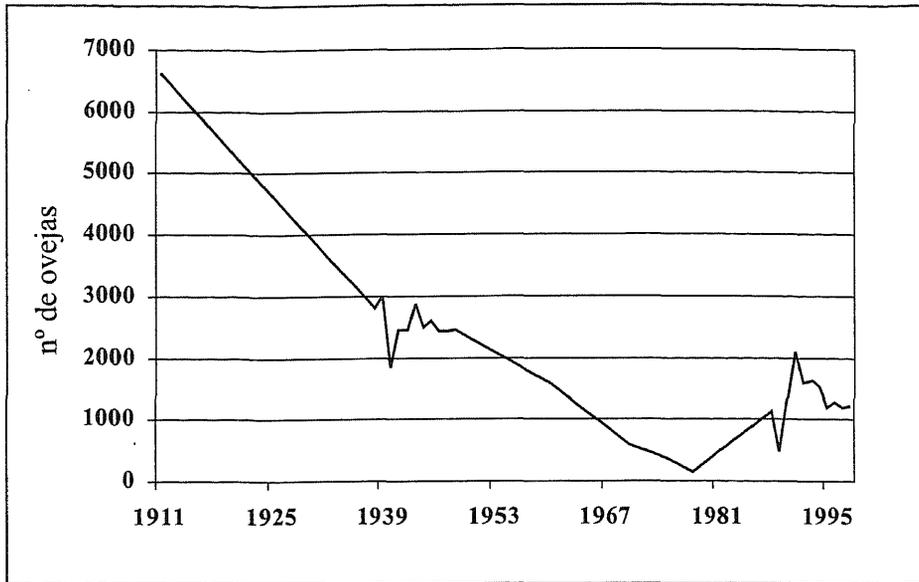


Figura 2. Evolución de la cabaña ganadera ovina (1911-1998).

fondo del valle del Lubierre y en las laderas próximas. Los campos de cultivo se dedican en la actualidad exclusivamente a la obtención de forraje, contrastando con el uso tradicional cerealista, como consecuencia del cambio de función experimentado por el espacio agrícola, que ha pasado de alimentar a la población a abastecer de pienso al ganado durante la estación fría (Lasanta, 1989).

A finales del siglo XIX se inició la crisis del sistema trashumante tradicional debido a la potenciación de las actividades agrícolas en detrimento de las ganaderas (Pinilla, 1995). Los privilegios de pastoreo, que habían disfrutado los ganaderos durante siglos, quedaron merdados ante la extensión de nuevos cultivos y la expansión del regadío en aquellos sectores que habían constituido las tradicionales áreas de invernada para el ganado trashumante. Los pastos de invierno pasaron a ser el mayor porcentaje de gastos para los ganaderos (Pallaruelo, 1993), ahogando económicamente a unas explotaciones que dejaron de ser rentables y que cesaron en buen número. Este hecho desencadenó el descenso de la cabaña ovina, que había constituido uno de los pilares socioeconómicos tradicionales del Pirineo, y consecuentemente de la presión ganadera sobre el territorio. En 1911 todavía había 42 propietarios de ovino que reunían casi 7.000 cabezas, un censo muy inferior a las 21.000 ovejas mencionadas por Remón (1997) a mediados del siglo XIX. En el año 1975 el lanar tocó fondo al reunir sólo 350 unidades, censo que supone el mínimo absoluto del valle durante el siglo XX. En la figura 2 se observa muy claramente la tendencia descendente de la cabaña ovina a lo largo del siglo XX. Tan sólo desde mediados de los ochenta se producen pequeños repuntes alcistas ligados al ascenso estival de un rebaño trashumante, que, aunque censado en Borau, pasa la mayor parte del año en el término municipal de Almudévar. Aún con todo, el censo de ovino es muy bajo en comparación con el de principios de siglo.

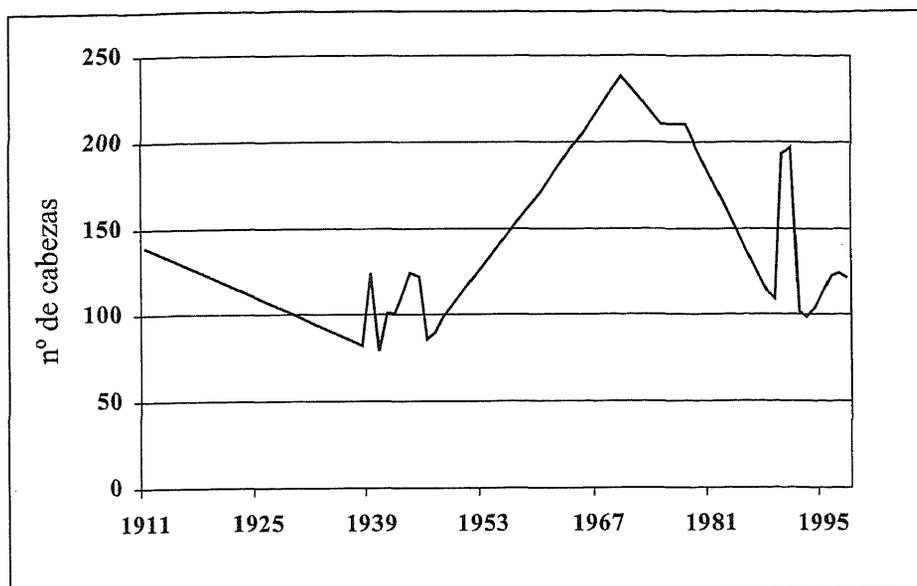


Figura 3. Evolución de la cabaña de ganado vacuno (1911-1998).

La pérdida de ganado ovino fue compensada parcialmente por el incremento del vacuno a partir de 1950 (Figura 3), debido a la mejor adaptación de éste a una estabulación continuada y, sobre todo, a la menor necesidad de mano de obra, lo que llevó al aumento del tamaño de las explotaciones de vacuno. En 1948 la cabaña ganadera se repartía de la siguiente forma: el 73,6% de las Unidades Ganaderas (U.G.) eran de ovino, el 23,6% de vacuno y el 2,6% de caballar. En 1960 el ovino representaba el 49,9% de la U.G., el vacuno el 43,7% y el resto el 6,3%. En 1975 el ganado lanar reunía el 20,8% de las U.G. y el vacuno el 79,2%. Sin embargo, durante los años ochenta y noventa el vacuno permanece más o menos estable en 120-130 cabezas, mientras que el ovino registra un ligero incremento hasta superar las 1.000 cabezas e incluso las 2.000 algún año, en función del tamaño oscilante del rebaño trashumante. En cualquier caso, a lo largo del siglo XX la presión ganadera sobre el territorio ha disminuido considerablemente, pasando de 817,3 UGM en 1911 a 337,3 en 1950, 183 en 1980 y 219,3 en 2000.

El descenso de la presión ganadera y las modificaciones en la composición de la cabaña han estado acompañadas con cambios en el sistema de pastoreo. Hasta los años sesenta los pastos supraforestales (puertos de verano) y las laderas medias constituían las principales fuentes de alimentación del ganado dentro del valle. Los primeros lo abastecían durante los meses estivales, mientras que las laderas medias eran aprovechadas el resto del año, con mayor intensidad durante el ascenso y descenso a los puertos de verano, coincidiendo con la estancia de la totalidad del censo ganadero en el valle. El espacio agrícola se incorporaba al sistema ganadero mediante el aprovechamiento de los rastrojos en otoño y los barbechos en primavera. Una proporción importante del ovino pasaba el invierno en la Ribera del Ebro, liberando el espacio agrícola para el abastecimiento de la población. A partir de los años

sesenta, las áreas de pastoreo se han ido concentrando en los espacios de mayor riqueza pastoral o más accesibles para el ganado, cobrando especial importancia algunas áreas de los pastos supraforestales (La Pinosa y Lecherín Bajo) y los prados cultivados, mientras que los campos abandonados, las laderas medias, el bosque y algunos sectores de los puertos (Lierde y Lecherín Alto) han perdido protagonismo (García Ruiz y Lasanta, 1992 y 1993). Tales áreas tan sólo son pastoreadas de forma muy extensiva por el ovino estante durante el periodo en que no está en los puertos, mientras que el vacuno apenas utiliza estos recursos, aprovechando —por el contrario— los prados en su brotación primaveral y el último rebrote («rebasto» o «redallo») tras el descenso de los pastos supraforestales a finales de verano o principios de otoño.

3.2. El proceso de revegetación durante la segunda mitad del siglo XX

La marginación productiva de la mayor parte del territorio de Borau se manifiesta en el abandono de una proporción importante del área agrícola, en el subpastoreo de puertos y laderas medias y en el cese de algunas labores de limpieza y explotación del monte y de los campos (eliminación de malas hierbas, desbroce de zonas de matorral, extracción de leña y madera), lo que ha favorecido un proceso de revegetación, con la expansión de matorrales y bosques. La tabla 2, elaborada a partir de la cartografía de usos del suelo, refleja la superficie ocupada por cada uso en cuatro fechas (1957, 1978-81, 1990 y 2000). Hay dos usos (el de roca desnuda y el correspondiente al núcleo de población) que no han variado a lo largo del tiempo. El resto, por el contrario, han experimentado variaciones en diferente grado.

El incremento proporcional más importante corresponde al bosque de repoblación, que ocupaba sólo 27,2 ha. en 1957 mientras que ahora ocupa 322,9 ha., por la política de reforestación llevada a cabo por la Administración en todo el territorio nacional desde 1940 (Tamames, 1983; Ortigosa, 1990), que también tuvo su incidencia en el valle de Borau. El bosque natural, tanto el denso como el aclarado, también ha experimentado una evolución muy positiva; en 1957 ocupaban en conjunto 1031,8 ha y en 2000, 1948,5 ha. El bosque, con 2271,4 ha. (el 54,3 % de la superficie total) constituye en la actualidad el uso dominante en el valle de Borau, contrastando con el paisaje de 1957, donde los campos abandonados (1402,1 ha., el 33,5%) eran el uso más extenso presentando un cubrimiento de herbáceas con coronas de *Genista scorpius* bordeando los campos, como corresponde a parcelas abandonadas unos pocos años antes (Molinillo *et al.*, 1997).

Los pastos supraforestales han reducido su superficie en un 10%, entre 1957 y 1990, manteniéndose estables durante la última década. Una parte del descenso de este uso corresponde al ligero incremento registrado por los pastos supraforestales con matorral.

Los usos de matorral aclarado y matorral denso han sufrido el mayor descenso porcentual (96% y 98%, respectivamente), llegando a su casi desaparición. Sin embargo, son los campos abandonados con matorral claro los que han perdido mayor superficie (611,8 ha., el 64% de su extensión inicial). Los campos abandonados con matorral denso han mantenido el peso que tenían en 1957 (solamente se ha reducido en un 5% su superficie), si bien su evolución se ha caracterizado por la inestabilidad. En el intervalo 1957-1978 fue el uso que proporcionalmente creció más (excluidas las repoblaciones forestales), con un incremento del 40%, como consecuencia de la densificación del matorral en los campos abandonados.

Tabla 2
EVOLUCIÓN DE LOS USOS DEL SUELO (1957-2000). DATOS EN HA

USOS DEL SUELO	1957	1978	1990	2000
1. Pastos supraforestales	698,8	682,3	631	631
2. Pastos supraforestales con matorral	107,1	101,9	119	119
3. Bosque denso	554,6	761,7	1067,6	1326,4
4. Bosque claro	477,2	628,4	676,3	622,1
5. Bosque de repoblación	27,2	316,8	322,9	322,9
6. Matorral claro	116,4	23,8	12,8	4,6
7. Matorral denso	219,8	80,2	3,9	3,9
8. Campos abandonados con matorral claro	950,5	562,6	401,2	338,7
9. Campos abandonados con matorral denso	451,6	630,9	563,3	429,4
10. Parcelas con aprovechamiento agrario (cultivos, prados)	391,8	206,6	196,8	196,8
11. Roca sin cobertura vegetal	186,3	186,3	186,3	186,3
12. Núcleo de población	4,9	4,9	4,9	4,9
TOTAL	4186,2	4186,2	4186,2	4186,2

Sin embargo, a partir de 1978 pierde de forma constante superficie, ya que los campos se van incorporando progresivamente al uso de bosque.

Las áreas cultivadas, además de experimentar un cambio cualitativo con la sustitución de los cereales por cultivos forrajeros, han visto retroceder su superficie un 50% desde 1957; retroceso que tuvo lugar fundamentalmente antes de 1978, siguiendo un proceso de cese de cultivos iniciado en las primeras décadas del siglo XX (Pinilla, 1995; Lasanta, 1988).

La tabla 3 muestra la tendencia seguida por cada uso del suelo en el periodo 1957-2000. Las principales conclusiones que se obtienen son:

- a) Los pastos supraforestales han perdido superficie a favor de pastos supraforestales con matorral, del bosque claro y bosque denso, si bien han recibido superficie de los pastos supraforestales con matorral y también del bosque claro, lo que ha supuesto que el descenso total no haya sido muy importante. Es un uso que se caracteriza por su estabilidad: el 83,4% de su superficie inicial no ha cambiado de uso en los últimos 40 años.
- b) Los pastos supraforestales con matorral han mantenido su extensión aunque con una inestabilidad mucho mayor que en el primer caso; ya que solamente el 36,4% de su superficie inicial sigue con el mismo uso, perdiendo un elevado porcentaje a favor de los pastos supraforestales y del bosque. No obstante, la superficie recibida de los pastos supraforestales y del bosque claro ha compensado su retroceso.
- c) El bosque denso ha avanzado significativamente. La estabilidad de este uso es muy importante (el 92,1% de su superficie de 1957 permanece en la misma categoría en 2000), lo que es representativo de estadios vegetales evolucionados maduros o próximos a la madurez. El crecimiento del bosque denso se ha producido fundamentalmente a partir del bosque claro (305,7 ha.), del matorral denso (158 ha.), de campos abandonados con matorral denso (87,1 ha.) y en menor medida del resto de usos, lo que ha propiciado que sea el uso dominante en la actualidad.

Tabla 3
EVOLUCIÓN (1957-2000) DE LA SUPERFICIE EN HA. OCUPADA POR CADA USO DEL SUELO EN EL VALLE DE BORAU

USOS DEL SUELO (1957)	USOS DEL SUELO (2000):											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TOTAL	582,6	48,9	45,9	21,2								
1. Pastos supraforestales	42,3	36,4	13,6	14,8								
2. Pastos supraforestales con matorral			510,9	43,7								
3. Bosque denso	477,2	33,7	305,7	131,7								
4. Bosque claro					27,2							
5. Bosque de repoblación			49,6	22,2	40	4,6						
6. Matorral claro			158	51	6,9		3,9					
7. Matorral denso			87,1	189,3	168,5			211,8	280,3	13,5		
8. Campos abandonados con matorral claro			125,2	130,1	37,6			64,5	90,2	4		
9. Campos abandonados con matorral denso			30,4	18,1	42,7			62,4	58,9	179,3		
10. Parcelas con aprovechamiento agrario (cultivos, prados)											186,3	
11. Roca sin cobertura vegetal												4,9
12. Núcleo de población												
TOTAL: USOS 2000	631	119	1326,4	622,1	322,9	4,6	3,9	338,7	429,4	196,8	186,3	4,9

- d) El bosque claro ha progresado, aunque a lo largo del tiempo ha constituido un uso muy inestable. Solamente el 27,6% de su superficie de 1957 ha continuado siendo bosque claro en el año 2000. Se puede considerar a este bosque como un «uso del suelo puente» en el proceso de colonización boscosa de los campos abandonados, recibiendo superficie de unos usos y cediéndola a otros en función de la evolución vegetal. El uso que ha absorbido la mayor parte de su extensión inicial ha sido el bosque denso y en menor medida los pastizales supraforestales con o sin matorral. En cambio la mayor superficie la ha recibido de campos abandonados con matorral claro y denso.
- e) El bosque de repoblación ha crecido con la ocupación de parcelas abandonadas con diferente cubrimiento vegetal, llegando en la actualidad a cubrir el 8% de la superficie total del valle.
- f) *El matorral claro ha desaparecido casi completamente, dejando paso al bosque natural y de repoblación.*
- g) Al igual que en el caso anterior, el matorral denso ya casi ha desaparecido en favor del bosque denso, fundamentalmente.
- h) Los campos abandonados con matorral claro han perdido durante los últimos 43 años un enorme porcentaje de su área inicial, que se ha convertido en campos abandonados con matorral denso, en bosque claro, bosque de repoblación y en menor medida en bosque denso. No han pasado los suficientes años como para que se produzca una cobertura boscosa densa y evolucionada partiendo de una tan escasa cobertura inicial. Solamente el 22,3% de su superficie original se ha mantenido sin cambio de uso, aunque se debe señalar que la pérdida de peso absoluto todavía habría sido mayor de no haber recibido parcelas con aprovechamiento agrícola abandonadas entre 1957 y 1978 y campos abandonados con matorral denso, en los que se ha aclarado la vegetación.
- i) Los campos abandonados con matorral denso se han mantenido; sin embargo han constituido el uso del suelo más inestable; únicamente el 20% de su extensión inicial contenía en la misma categoría. Este uso se ha transformado en bosque claro, bosque denso, bosque de repoblación, campos abandonados con matorral claro y una escasa proporción que ha vuelto a ser cultivada. El porcentaje que se ha convertido en bosque denso ha sido mayor que en el caso de los campos abandonados con matorral claro, ya que en la categoría de matorral denso aparecen algunos árboles que hacen que se reduzca el periodo necesario para que se produzca una completa colonización boscosa. El incremento ha procedido exclusivamente de campos abandonados con matorral claro y de parcelas de cultivo abandonadas después de 1950.
- j) Las parcelas con aprovechamiento agrícola han perdido más del 50% de su superficie a favor de campos abandonados, bosque de repoblación y en menor medida de bosque natural. Frente a las pérdidas solamente ha recibido 17,5 ha. procedentes de campos abandonados ubicados en sectores favorables para la creación de prados de siega y diente.
- k) La roca sin cubrimiento vegetal (canchales, cabeceras de barrancos activos y las altas cumbres de los Lecheriñes) no ha experimentado transformaciones y se ha mantenido la superficie de 1957. Por su parte, el núcleo municipal de Borau, a causa del retroceso poblacional, no se ha ampliado. Se han mantenido las 5 ha. que ocupaba en 1957.

3.3. Influencia de la marginación productiva en la recuperación de la cubierta vegetal

La evolución de la cubierta vegetal está claramente condicionada por factores físicos y por la gestión antrópica. Entre los primeros destacan en montaña el clima, los suelos y las variables topográficas (altitud, pendiente y exposición). No obstante, a pequeña escala la topografía adquiere especial interés al condicionar fuertemente la diversidad climática (topoclimatología) y las características de los suelos. Esta circunstancia, junto a la dificultad de obtener información espacializada sobre la variedad climática y edáfica, hizo que se analizase exclusivamente la influencia de la topografía en los cambios de cubierta vegetal. Mediante un análisis discriminante se concluyó que las variables topográficas sólo explican el 26,6% de la evolución vegetal, siendo la altitud el factor más influyente; algo que parece lógico en un valle como el de Borau, con un fuerte gradiente altitudinal, muy homogéneo en las pendientes y escaso desarrollo de barrancos laterales, lo que limita mucho la presencia de exposiciones solanas y umbrías en favor de las orientaciones este y oeste, mucho menos contrastadas y, consecuentemente, menos determinantes para el uso antrópico y la dinámica vegetal. En este sentido, es muy claro el dominio de robledales en las solanas y de pinos en las umbrías (Montserrat, 1971), o la deforestación masiva de las solanas, más calidas, para el cultivo de cereales durante el sistema tradicional, frente a las exposiciones septentrionales que muy pocas veces fueron cultivadas (Lasanta, 1989). Algunos de los resultados más interesantes a los que se llegó (ver una ampliación en Vicente Serrano, 2000) fueron:

- a) El mantenimiento de la cubierta herbácea se ha producido a altitudes elevadas (>1600 m.), orientaciones meridionales y pendientes próximas al 30%.
- b) La matorralización de la cubierta herbácea ha tenido lugar en altitudes bajas, orientaciones meridionales y pendientes de alrededor del 25%.
- c) El mantenimiento del matorral se ha dado a altitudes más elevadas (1.268 m. de promedio) que su conversión en bosque (1.125 m.), y en pendientes más suaves, en torno al 20%.
- d) La densificación del bosque claro se ha visto favorecida en áreas situadas a elevada altitud por debajo de los sectores de pastos supraforestales.

La gestión antrópica también contribuye a explicar las diferencias territoriales en los cambios de vegetación. Las políticas de reforestación, el abandono de campos de cultivo, el cese de la recogida de leña y de la extracción de madera, los cambios en la presión ganadera y en los itinerarios de pastoreo, el número y extensión de los incendios son algunos de los factores que determinan la evolución de la cubierta vegetal. En el valle de Borau destaca en la segunda mitad del siglo XX la repoblación de 323 ha. (el 7,7% del territorio) con coníferas y la pérdida de presencia de la ganadería, con una importante discriminación espacial en las áreas de pastoreo.

Para determinar cuál ha sido el papel de la ganadería en los cambios de la cubierta vegetal se aplicó un Análisis Discriminante al cruce de información entre la presión ganadera soportada por el espacio y los grupos de evolución vegetal (ver apartado de metodología y Tabla 1). Las variables incluidas fueron los días de pastoreo del ganado ovino y vacuno en cada área, la carga ganadera de ambas cabañas, y un corrector de la presión ganadera en el que se incluye la distancia a los establos, la calidad del pasto y el grado de accesibilidad al pastoreo de cada enclave en función de la topografía. El 40,1% de los pares de evolución de

la cubierta vegetal se explican por las variables ganaderas utilizadas (Tabla 4), valor muy superior al 26,6% que se explicaba con las variables topográficas. Si aplicamos el análisis eliminando los grupos 7 y 9, que ocupan un espacio reducido y localizado, el modelo se explica en un 50,1%, cifra muy considerable, si tenemos en cuenta la infinidad de factores físicos (edáficos, climáticos, hidrológicos) y humanos (propiedad de los campos, decisiones personales del pastor, puntos de abrevada, conexión de itinerarios de pastoreo, lugares de sombra y sesteo) que no se han tenido en cuenta, pero que sin duda tienen una influencia trascendental. Por otro lado, la tabla pone de manifiesto, como cambios más significativos, que el 50% de la matorralización de la cubierta herbácea, el 58,4% de la evolución del matorral al bosque y el 68,8% de la densificación del bosque están explicados por el papel de la ganadería en el aprovechamiento reciente del territorio.

La tabla 5 muestra los resultados del análisis discriminante para la evolución de la cubierta vegetal entre 1957 y 2000 según las diferentes variables ganaderas utilizadas. La primera función explica el 69,8% de la varianza, la segunda el 17,1%, las funciones 3 y 4 el 6,4% y el 6,1%, respectivamente, mientras que la función 5 sólo representa el 0,3%.

Tabla 4
CLASIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DISCRIMINANTE APLICADO A LA EVOLUCIÓN VEGETAL (1957-2000). DATOS EN PORCENTAJES

EVOLUCIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL
1:Mantenimiento de la cubierta herbácea	26,58	7,76	4,47	6,56	17,57	11,83	8,07	17,07	0,10	100
2:Matorralización de la cubierta herbácea	8,18	49,98	3,71	27,76	2,28	3,42	2,82	1,85	0,00	100
3:Mantenimiento del matorral	3,42	10,95	41,10	22,82	12,58	2,09	0,00	7,03	0,00	100
4:Evolución de matorral a bosque	0,42	19,33	0,33	58,44	2,78	9,49	0,30	0,37	8,54	100
5:Mantenimiento del bosque claro	0,40	9,52	0,02	1,44	59,10	11,24	0,00	8,03	10,25	100
6:Densificación del bosque claro	0,00	0,00	0,00	0,35	10,40	68,80	0,00	18,93	1,53	100
7:Evolución de matorral a herbáceas	9,76	7,80	20,79	3,25	5,80	40,95	5,51	6,14	0,00	100
8:Evolución de bosque claro a matorral	0,76	0,00	0,21	0,00	22,68	14,87	0,00	61,49	0,00	100
9:Revegetación de herbáceas hacia bosque	1,07	32,24	0,50	19,78	8,70	14,50	0,40	1,67	21,15	100
Clasificados correctamente el 40,1% de los casos originales										

Tabla 5
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DISCRIMINANTE PARA EL PROCESO DE EVOLUCIÓN VEGETAL (1957-2000)

FUNCIÓN	% DE LA VARIANZA	% ACUMULADO	CORRELACIÓN C.	SIGNIFICACIÓN
FUNCIÓN 1	69,892	69,892	0,680	0,000
FUNCIÓN 2	17,100	86,992	0,417	0,000
FUNCIÓN 3	6,494	93,487	0,272	0,000
FUNCIÓN 4	6,135	99,622	0,265	0,000
FUNCIÓN 5	0,378	100,000	0,068	0,000

En la tabla 6 quedan recogidos los centroides de cada uno de los grupos de evolución de la vegetación.

Tabla 6
FUNCIONES DE LOS CENTROIDES DE LOS GRUPOS DE EVOLUCIÓN DE LA VEGETACIÓN
(1957-2000)

EVOLUCIÓN	FUNCIONES				
	1	2	3	4	5
Mantenimiento de la cubierta herbácea	-1,085	0,218	0,009	0,069	-0,017
Matorralización de la cubierta herbácea	0,685	0,455	0,419	-0,216	0,047
Mantenimiento del matorral	0,444	0,130	0,333	0,682	-0,112
Evolución de matorral a bosque	1,380	-0,166	-0,133	0,114	0,034
Mantenimiento del bosque claro	-0,277	0,214	-0,543	-0,220	0,067
Densificación del bosque claro	-0,708	-1,625	0,276	-0,295	0,032
Evolución de matorral a herbáceas	-0,470	-0,702	0,043	0,650	0,126
Evolución de bosque claro a matorral	-1,200	-0,879	0,560	-0,973	-0,070
Revegetación de herbáceas hacia bosque	0,686	-0,197	-0,199	-0,125	-0,131

La primera función, que acumula el 69,8% de la varianza, permite apreciar una separación entre los grupos en los que se ha producido una evolución vegetal positiva (avance en las etapas seriales del matorral o del bosque) y aquellos otros grupos en los que se ha mantenido la cubierta vegetal original o bien se ha producido un retroceso de la misma. La mayor discriminación se establece entre aquellas áreas en las que se ha pasado de matorral a bosque y aquellas otras en las que el bosque no ha avanzado, dando lugar a una matorralización generalizada, por un escaso desarrollo de los ejemplares arbóreos, o por un importante avance del matorral, que ha ahogado a los árboles impidiéndoles su desarrollo.

La Función 2 discrimina fundamentalmente entre las masas de bosque claro que se han densificado, y las áreas herbáceas que se han matorralizado. Se hace una distinción principal entre etapas seriales diferentes dentro del proceso de sucesión vegetal. Se integran aquellos grupos que han evolucionado a bosque o que han retrocedido en el proceso de sucesión vegetal del resto de grupos, dominados por el mantenimiento vegetal o por un proceso de matorralización. La Función 3, que explica el 6,5 de la varianza, discrimina claramente entre

Tabla 7
COEFICIENTES ESTANDARIZADOS DE LAS FUNCIONES DISCRIMINANTES CANÓNICAS
RESULTANTES DEL PROCESO DE EVOLUCIÓN VEGETAL (1957-2000)

VARIABLES	FUNCIONES				
	FUNCIÓN 1	FUNCIÓN 2	FUNCIÓN 3	FUNCIÓN 4	FUNCIÓN 5
CORRECTOR (Distancia a establos, calidad del pasto, facilidad topográfica)	-0,769	0,358	0,409	-0,278	-0,189
DÍAS PASTADOS (OVINO)	0,661	0,566	0,036	-0,234	0,433
DÍAS PASTADOS (VACUNO)	-0,238	-0,741	0,502	-0,126	-0,356
CARGA GANADERA (OVINO)	-0,431	0,218	-0,097	0,126	0,861
CARGA GANADERA (VACUNO)	-0,283	-0,199	0,550	0,412	-0,639

los grupos en los que se ha producido un avance del bosque o un mantenimiento del mismo y el resto. La Función 4 separa entre el mantenimiento del matorral y las áreas de bosque que se han convertido en matorral. En la Función 5, debido al escaso porcentaje de la varianza que representa (0,37), no se ha tenido en cuenta la discriminación que establece.

La tabla 7 indica el papel que cada una de las variables ganaderas tiene en la explicación de las cinco funciones. En el caso de la Función 1, la más importante por absorber el mayor porcentaje de varianza, es la conjunción de distancia a los establos, calidad del pasto y facilidad topográfica, junto a los días que permanece el ganado ovino en pastoreo lo que explica la clasificación principal entre los grupos en los que se ha producido un importante avance vegetal por parte del matorral o del bosque, y aquellos grupos en los que se ha mantenido la cubierta vegetal original o se ha retrocedido en la evolución. Las áreas de matorralización o avance del bosque coinciden con aquellos sectores en los que más días ha permanecido el ganado lanar en pastoreo, pero con una escasa carga por unidad de superficie; es decir, la permanencia temporal ha sido duradera con bajo censo de ovejas. Este hecho justifica el que existan áreas en las que la cubierta herbácea haya sido sustituida por el matorral, y sobre todo que áreas de matorral se hayan cubierto de vegetación arbórea, ya que ha desaparecido el ramoneo de ovejas y cabras como factor de control del matorral y de los árboles jóvenes, facilitando una rápida evolución vegetal sin perturbaciones y extracciones de energía y biomasa. Las áreas en las que se ha producido un retroceso de la cubierta herbácea o una degradación del bosque se han concentrado en sectores próximos a los establos, donde se guarda el ganado la primera mitad del año, así como en pendientes suaves o en pastos accesibles, condiciones que se producen en el puerto de la Pinosa, o en los boalares próximos a establos donde se recoge el ganado vacuno.

La Función 2 está explicada, fundamentalmente, por los días que pasta el ganado vacuno. En las áreas donde ha pastado este ganado es donde en menor medida se ha producido un avance del matorral y, por lo tanto, una pérdida de cubierta herbácea. Hay que considerar que en las áreas en las que ha pastado el ganado vacuno, el pastoreo ha sido ejercido por un elevado número de vacas, que han llevado a cabo una presión de control mayor que la que ha realizado el ganado lanar, con escaso número de efectivos. La Función 3, que también queda explicada en su mayor medida por el pastoreo del ganado vacuno, corrobora la función anterior, ya que diferencia entre las áreas en las que ha progresado el matorral y aquellos sectores en los que ha avanzado y densificado el bosque.

4. CONCLUSIONES

Durante siglos el sistema de gestión del territorio trató de adaptarse a las condiciones ambientales locales para extraer la máxima energía, si bien en periodos inestables o convulsos (guerras, cambios culturales, incrementos de densidad demográfica, crisis climáticas, expansión de epidemias agroganaderas) se capitalizó instantáneamente la energía acumulada durante siglos. En esos momentos se deforestó y roturó espacios marginales, muy poco aptos para una explotación intensiva, lo que dio lugar a fases destructivas con fuerte desarrollo de procesos erosivos (García-Ruiz, 1997; Lasanta, en prensa). La explotación de todo el territorio era la única solución para garantizar con los propios recursos la demanda de alimentos por parte de la población y de la ganadería. Sin embargo, desde mediados del siglo XX, con claros antecedentes en las décadas anteriores, la economía pirenaica se integra

en un mercado nacional e internacional. Con ello, muchos de los usos y prácticas tradicionales, que eran una respuesta lógica a un problema ambiental, de abastecimiento o socio-cultural, entran en desuso, ante la inadaptación a las nuevas exigencias socioeconómicas. En este contexto, se produce la emigración masiva de la población, el abandono de una proporción importante del espacio agrícola y cambios en el sistema ganadero, con caída brusca del ovino y un ligero incremento del vacuno, que en ningún caso supone el mantenimiento de la carga ganadera (Lasanta, 1996).

Con la integración del Pirineo en una organización del espacio más amplia se perdió diversidad en los usos del suelo y en las prácticas culturales a favor de la obtención de productos más competitivos en el nuevo mercado. Esta circunstancia lleva, por un lado, a explotar de forma intensiva los espacios más fértiles y a marginar el resto del territorio. Por otro lado, se disminuyó la inversión de trabajo, el abandono de labores de desbroce y conservación de recursos, para incrementar la extracción de energía por individuo (Puigdefábregas y Balcells, 1970). Ambas circunstancias han supuesto un proceso de revegetación con avances significativos de los matorrales inicialmente y del bosque posteriormente.

En las páginas precedentes se ha señalado que en el valle de Borau el bosque ocupaba 1.059 ha. en 1957, mientras que en 2000 alcanza una extensión de 2.271,4 ha (el 54,3% del total). A la vez, el espacio agrícola suponía a principios de siglo el 42,3% de la extensión total del valle y tan sólo el 4,7% (196,8 ha.) en 2000. Para los años cincuenta una proporción importante del área agrícola había dejado de cultivarse, constituyendo campos abandonados en diferentes fases de colonización vegetal en función de la fecha del cese del cultivo, como han puesto de manifiesto también diferentes autores en sus áreas de estudio (Montserrat, 1990; Sobrón y Ortiz, 1989; Llorente y Luengo, 1986; Pérez Chacón y Vabre, 1987; Zuazúa, 1987; Grime, 1987 y Gutiérrez Teira, 1997, entre otros).

En el proceso de revegetación las condiciones naturales han tenido cierta importancia, aunque inferior que los fenómenos socioeconómicos de extensificación ganadera y abandono agrícola. De hecho, los factores topográficos solamente explican por sí solos el 26,6% de los pares de evolución. La altitud es el factor más influyente, ya que en los sectores más bajos es donde ha habido un proceso de revegetación más intenso, favorecido por las temperaturas más suaves y por ser un espacio que había sufrido mayor transformación paisajística. Con el cese de las actividades agrícolas la sucesión vegetal ha sido muy rápida en un intento por restablecer el paisaje natural previo a la deforestación. A mayores altitudes, el proceso ha sido más lento en función de limitaciones climáticas más acusadas (Vicente Serrano, 2000). La pendiente y la exposición han ejercido una influencia más modesta, por ser un valle de pendientes homogéneas y de escasos contrastes en las orientaciones: las solanas y umbrías ocupan una baja proporción del territorio. Álvarez (1995) llega a las mismas conclusiones en la montaña de León.

Los resultados obtenidos en este estudio señalan que la marginación territorial ha tenido una destacada influencia en la evolución vegetal. De hecho, como se ha señalado más arriba, el espacio que ha experimentado mayores cambios de vegetación coincide con el utilizado tradicionalmente por el hombre de forma más intensa. El abandono de los campos de cultivo y su pastoreo con una escasa carga han favorecido su colonización masiva por especies herbáceas (*Brachipodium pinnatum*, *Carex flacca*, *Bromus erectus*, *Medicago lupulina*, como más representativas) y de matorral (*Genista scorpius*, *Rosa sp.*, *Grataegus monogyna*, *Buxus sempervirens* y *Juniperus communis*, principalmente) inicialmente, y después en los

campos más viejos por un estrato arbóreo de *Pinus sylvestris* y *Quercus pyrenaica*, como han puesto de manifiesto Molinillo *et al.*, (1997).

El análisis discriminante aplicado a los pares de evolución de la cubierta vegetal indica que el 40,1% de los casos se explica por las variables ganaderas incluidas en el análisis. Se comprueba que las áreas pastoreadas frecuentemente (los prados y los mejores puertos) mantienen la cubierta herbácea, mientras que las laderas bajas (campos de cultivo abandonados y áreas próximas) experimentan un proceso de revegetación intenso al soportar una nula o muy escasa presión ganadera. Ambos espacios coinciden con los de aprovechamiento por parte del vacuno y del ovino estante, respectivamente. En el sistema de pastoreo actual el vacuno obtiene su principal fuente de alimentación de los prados de siega, y la secundaria de los pastos supraforestales. El ovino estante, por el contrario, pasta la mayor parte del año en las laderas bajas, utilizando recursos comunales gratuitos o muy baratos, pero exigiendo una mayor inversión de mano de obra que el vacuno, lo que fue una causa fundamental para el declive de sus censos (García-Ruiz y Balcells, 1978; Balcells, 1985), y para que en las últimas décadas haya ejercido una escasa presión sobre los recursos pastorales. El ovino trashumante, por su parte, sólo aprovecha los puertos, mostrando una total desvinculación de los recursos pastorales de los pisos más bajos, que se degradan progresivamente, a la vez que se utilizan pastos de áreas más alejadas. Se confirma, una vez más, que en los modos de aprovechamiento actual del espacio no hay un ajuste real entre recursos pastorales y censos, que, en cambio, estaban en la base de la pervivencia del llamado sistema tradicional. Este hecho implica, además, que la ganadería extensiva ha dejado de ser un factor efectivo de control de la vegetación, perdiendo parte de su dimensión ecológica, en la medida en que contribuía a mantener recursos pastorales marginales y a evitar incendios (Zorita, 1991).

En definitiva, se puede decir que la cubierta vegetal actual es fruto de un abandono generalizado del territorio y de una descoordinación espacial derivada de una menor intervención humana que en el sistema tradicional. Se ha asistido a la extensificación de la mayor parte del territorio frente a la intensificación de espacios muy localizados, para hacer frente a las nuevas necesidades socioeconómicas y de mercado. La producción se ha concentrado en una pequeña proporción del espacio, mientras que la mayor parte, por su baja productividad, ha visto liberada su función productiva, mostrándose la colonización vegetal natural como fenómeno dominante.

AGRADECIMIENTOS:

Este trabajo ha contado con el apoyo de los proyectos de Investigación: *Water resources management in a changing environment: the impact of sediment on sustainability* (WARMICE, ENV 4-CT98-0789), financiado por la Comisión Europea (Dirección General, XII), *La identificación de fuentes de sedimento y áreas generadoras de escorrentía en relación con los cambios de uso del suelo* (REN 2000-1709-C04-01/G10), financiado por la CICYT, y *La recuperación del espacio agrícola como estrategia de gestión integrada del territorio en áreas de montaña: el ejemplo de los altos valles del Aragón y del Gállego* (PO49/2000), financiado por la DGA. Sergio M. Vicente contó con una ayuda de investigación de la Institución Fernando el Católico (Diputación de Zaragoza) en su convocatoria del año 2000.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ, J. (1995): *Dinámica sucesional tras el abandono y recuperación del matorral mediante pastoreo controlado. Experiencia en un sector de la montaña de León*. Tesis Doctoral. Universidad de León: 357 págs., León.
- BALCELLS, E. (1983): Almadías y almadieros: interés de su estudio histórico. *Pirineos*, 119: 109-151.
- BALCELLS, E. (1985): Reciente transformación de la cabaña ganadera. *III Coloquio Nacional de Geografía Agraria*: 163-237, Cáceres.
- CHAUVELIER, F. (1987): *Reboisement et aménagement de l'espace. L'exemple de la province de Huesca (Espagne)*. Tesis Doctoral. Bordeaux.
- DAUMAS, M. (1976): *La vie rurale dans le Haut Aragon Oriental*. CSIC: 774 págs., Madrid.
- DE LA RIVA, J. (1997): *Los montes de la Jacetania. Caracterización física y explotación forestal*. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Serie Investigación, 10: 358 págs.
- GARCÍA-GONZÁLEZ, R., HIDALGO, R. y MONTSERRAT, C. (1990): Patterns of livestock use in time and space in the summer ranges of the Western Pyrenees: A case study in the Aragon Valley. *Mountain Research and Development*, 10(3): 241-255.
- GARCÍA-RUIZ, J.M. (1997): La agricultura tradicional de montaña y sus efectos sobre la dinámica hidromorfológica de laderas y cuencas. En: *Acción humana y desertificación en ambientes mediterráneos* (J.M. García-Ruiz y P. López García, Eds). CSIC: 119-144, Zaragoza.
- GARCÍA-RUIZ, J.M. Y BALCELLS, E. (1978): Tendencias actuales en la ganadería del Alto Aragón. *Estudios Geográficos*, 153: 539-560.
- GARCÍA-RUIZ, J.M. Y LASANTA, T. (1992): Crisis de la trashumancia y abandono de los recursos ganaderos en el Pirineo aragonés. *Quercus*, 80: 26-32.
- GARCÍA-RUIZ, J.M. Y LASANTA, T. (1993): Land-use conflicts a result of land-use change in the Central Spanish Pyrenees: a review. *Mountain Research and Development*, 13(3): 295-304.
- GARCÍA-RUIZ, J.M. Y PUIGDEFÁBREGAS, J. (1982): Formas de erosión en el flysch eoceno surpirenaico. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 8: 85-128.
- GARCÍA-RUIZ, J.M. Y VALERO, B. (1998): Historical geomorphic processes and human activities in the Central Spanish Pyrenees. *Mountain Research and Development*, 18(4): 309-320.
- GRIME, J.P. (1987): Dominance and subordinate components of plant communities: Implication for succession stability and diversity. In: *Colonization, Succession and Stability* (Blackwell, Gray and Edward, Eds). Blackwell: 315-337, Oxford.
- GUTIÉRREZ TEIRA, A. (1997): *Cambios de uso del suelo y modelos de organización espacial de un paisaje de montaña mediterránea. El valle de Lozoya (Sistema Central, Madrid)*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma: 250 págs., Madrid.
- LASANTA, T. (1988): The process of desertion of cultivated areas in the Central Spanish Pyrenees. *Pirineos*, 132: 15-36.
- LASANTA, T. (1989): *Evolución reciente de la agricultura de montaña: El Pirineo aragonés*. Geoforma Ediciones: 220 págs., Logroño.

- LASANTA, T. (1996): El proceso de marginación de tierras en España. En: *Erosión y recuperación de tierras en áreas marginales* (T. Lasanta y J.M. García-Ruiz, Eds). IER-SEG: 7-31, Logroño.
- LASANTA, T. (en prensa): Gestión y conservación en el uso tradicional de la montaña mediterránea española. *Universidad de Salamanca*.
- LLORENTE, J.M. Y LUENGO, M.A. (1986): El abandono de tierras: significado y gestión de las etapas de sucesión secundaria. El ejemplo de los relieves paleozoicos del W. Castellano-leonés. *Monografías de L'E.Q.U.I.P.*, 2: 105-114, Barcelona.
- MOLINILLO, M., LASANTA, T. Y GARCÍA-RUIZ, J.M. (1997): Managing mountainous degraded landscapes after farmland abandonment in the Central Spanish Pyrenees. *Environmental Management*, 21(4): 587-598.
- MONTSERRAT, G. (1990): Estudio de la colonización vegetal de los campos abandonados del valle de Aísa (Jaca, Huesca). Informe del Proyecto LUCDEME: *Erosión y colonización vegetal en campos abandonados*, 77, págs., Jaca.
- MONTSERRAT, J. (1992): *Evolución glacial y postglacial del clima y la vegetación en la vertiente sur del Pirineo: Estudio palinológico*. Instituto Pirenaico de Ecología: 147 págs., Jaca.
- MONTSERRAT, P. (1971): El ambiente vegetal jacetano. *Pirineos*, 101: 5-22.
- ORTIGOSA, L. (1990): Las repoblaciones forestales como estrategia pública de intervención en regiones degradadas de montaña. En: *Geoecología de las áreas de montaña* (J.M. García-Ruiz, Ed.). Geoforma Ediciones: 297-311, Logroño.
- PALLARUELO, S. (1993): *Cuadernos de la trashumancia, nº 6: Pirineo aragonés*. ICONA. 75 pp, Madrid.
- PÉREZ CHACÓN, E. Y VABRE, J. (1987): Cartographie de l'enfrichement: 1841-1985. L'exemple de la Soulane de Faup Haut Couserans (Pyrénées françaises). *Pirineos*, 129: 59-78.
- PINILLA, V. (1995): *Entre la inercia y el cambio. El sector agrario aragonés: 1850-1935*. MAPA: 546 págs. Madrid.
- PUIGDEFÁBREGAS, J. Y BALCELLS, E. (1970): Relaciones entre la organización social y la explotación del territorio en el Valle del Roncal (Navarra Oriental). *Pirineos*, 98: 53-89.
- PUJADAS, J.J. Y COMAS, D. (1975): La Casa y el cambio económico. *Cuadernos de Investigación (Geografía e Historia)*, 1(2): 51-62.
- REMÓN ALDABE, J.L. (1997): *Estructura y producción de pastos en el Alto Pirineo Occidental*. Tesis Doctoral. Universidad de Navarra.
- SOBRÓN, I. Y ORTIZ, F. (1989): Aspectos de la colonización vegetal en un área de montaña submediterránea: el valle del Jubera (Sistema Ibérico, La Rioja). *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 15: 89-108.
- SOLER, M. Y PUIGDEFÁBREGAS, J. (1972): Esquema litológico del Alto Aragón Occidental (Memoria explicativa). *Pirineos*, 106: 5-15, Jaca.
- TAMAMES, R. (1983): *Estructura económica de España*. Alianza Editorial: 655 págs., Madrid.
- VICENTE SERRANO, S. (2000): *Efectos en gestión de los recursos de los diferentes sistemas ganaderos de montaña: El caso del valle de Borau*. Tesis de Licenciatura: 367 pp., Universidad de Zaragoza.

- VICENTE, S., BEGUERÍA, S. Y LASANTA, T. (2000): El proceso de revegetación en un área de montaña como consecuencia de los cambios de gestión: aplicación de un SIG al valle de Borau (Pirineo central español). En *Tecnologías geográficas para el desarrollo sostenible*. 20 págs. Publicación en CD-Rom. Alcalá de Henares.
- ZORITA, E., (1991): Hacia una nueva estructura de la ganadería ovina en España, armonizando recursos alimenticios y objetivos medioambientales. *Avances de la alimentación y mejora animal*, 29(2): 9-42.
- ZUAZÚA, M.T. (1987): *Estudio de la sucesión secundaria en campos de cultivo abandonados en las tierras altas de la provincia de León*. Tesis Doctoral. Universidad de León: 164 págs., + apéndices.