Zubía Monográfico 20 97-118 Logroño 2008

CAMBIOS RECIENTES DEL LÍMITE SUPERIOR DEL BOSQUE EN URBIÓN: GESTIÓN FORESTAL, GANADERÍA Y CLIMA

ALIPIO GARCÍA DE CELIS[1]
PABLO ARROYO PÉREZ[1]
ALBERTO GANDÍA FERNÁNDEZ[1]

RESUMEN

Las montañas de Urbión (Cordillera Ibérica, España) están cubiertas por bosques de *Pinus sylvestris* que parecen alcanzar su límite altitudinal natural (*treeline*) entre los 1.850 y los 2.050 m. Mediante técnicas de fotointerpretación, Sistemas de Información Geográfica (GIS) y trabajo de campo hemos cartografiado la *treeline* a mediados del siglo XX y en el momento actual. Esta ha variado notablemente en los últimos cincuenta años, experimentando un avance en altitud de más de 50 metros de media (1m/año de velocidad media de avance). El avance de la *treeline* se produce siguiendo una pauta aleatoria en las laderas regularizadas que presentan un relieve uniforme, mientras que sigue las formas convexas en las laderas de relieve irregular. El rápido cambio observado debe explicarse lógicamente por transformaciones que hayan podido producirse en los factores que controlan la *treeline*. Estos factores son básicamente la acción humana, en forma de gestión forestal y sobre todo de aprovechamientos ganaderos, y la acción del clima. Hemos analizado los datos disponibles para intentar encontrar una explicación a los cambios observados. A partir de los datos disponibles hemos podido comprobar que el avance no se ha debido a repoblación forestal, pues no se lleva a cabo ningún tipo de gestión forestal por encima de 1.700 m de altitud, y también hemos cuantificado una disminución muy significativa de la presión ganadera; así mismo, hemos observado algunos cambios en los parámetros climáticos, especialmente en el sentido de unos inviernos menos nivosos (han disminuido notablemente las precipitaciones en los meses de invierno) y menos fríos (han subido entre 1 y 2ºC las temperaturas medias de los meses invernales). Todos estos cambios han tenido que ejercer una influencia favorable para el rápido avance en altitud observado en la *treeline*, pero los datos disponibles y el análisis realizado sólo permiten asegurar que de los factores que la controlan en estas montañas juega un papel más significativo el descenso en la presión ganadera; en cualquier caso, los cambios observados en la *treeline* en Urbión puede

1. Departamento de Geografía, Universidad de Valladolid.

hacer de estas cumbres un observatorio singular, a una escala local que facilita su evaluación y control, de los cambios ambientales que parecen observarse a escala global.

Palabras clave: límite del bosque, cambio climático, ganadería extensiva, montaña, Sistema Ibérico, La Rioja.

The Urbión Mountains (Iberian Range, Spain) are covered with forests of Pinus sylvestris*, reaching their natural elevation limit (treeline) between 1.850 and 2.050 metres. Using photointerpretation, Geographical Information Systems and field data we have tried to quantify and make a cartography of the treeline in the 1950s and nowadays. The treeline has changed outstandingly in the last fifty years and has experienced an upward shift of fifty metres (on average 1 metre per year). Treeline has advanced in a random way in those slopes with a uniform topography, while it has shifted following the convex shapes in those irregularly shaped slopes. The fast changes observed in the treeline are due to changes in these factors which control it. The factors which have controlled the treeline in the Urbion Mountains have been the human action, in the form of forest management and especially cattle exploitation, and the climate. We have analyzed all the available data trying to find an explanation to the changes observed. These changes are significant in cattle exploitation (that has strongly decreased) and in the climatic factors, especially in winter, with less snow (snowfalls have decreased lightly in the winter months) and warmer conditions (the average temperatures in winter have risen between 1ºC and 2ºC). Both factors have favoured the quick up slope advance of the treeline in the last fifty years, but the available data and analytical techniques used only has make possible to confirm that cattle decrease is a decisive control factor. The observed changes of the treeline in Urbion suggests that these mountains are a remarkable and exceptional observatories of the environmental changes that are taking place on a global scale, which could permit to assess its consequences on a local scale.*

Key words: *treeline, climatc change, livestock, mountain, Iberian System, La Rioja*.

0. INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO

Las montañas de Urbión son uno de los pocos espacios de montaña de la Península Ibérica donde pueden verse bosques continuos y extensos que lleguen hasta las proximidades de cumbres que superen los 2.000 metros de altitud. En casi todas las demás montañas, o bien han desaparecido los bosques, o sólo quedan restos más o menos aislados, o bien las altitudes culminantes son menores.

En las montañas de Urbión, en el momento actual, el bosque continuo –formado de manera dominante por *Pinus sylvestris*- llega aproximadamente hasta la altitud de 1.850 metros; desde esta cota hasta la de los 2.000-2.050 metros se extiende una franja o ecotono formado por un mosaico de grupos de árboles de porte bajo, árboles dispersos bajos y deformes, arbolillos

jóvenes de porte arbustivo, arbustos dispersos, praderas y roca desnuda. Finalmente, por encima de los 2.050 metros (hasta los 2.200 metros de las cumbres más altas) no existen ejemplares arbóreos, estando el paisaje dominado por grupos de arbustos bajos, praderas y roca desnuda (Foto 1 y Foto 2).

Foto 1. Vista general de la vertiente meridional del cordal occidental de los Picos de Urbión. Se aprecia cómo el bosque continuo llega hasta una cota bastante regular (aproximadamente los 1850 m. de altitud, el forest limit o timberline), y a partir de ella el bosque se hace más ralo, con árboles de menor tamaño, hasta que a la altitud a la que está hecha la foto (aproximadamente a 2000 m, en las laderas del Mojón Alto) los árboles de más de 3 m. prácticamente desaparecen (treeline)

Foto 2. Vista de parte de los cordales noreste y sur-sureste, con el pico Urbión al fondo a la izquierda. El arco morrénico situado en el centro de la foto (Majada Rubia) se halla a 1.880 m. de altitud. Las laderas que están a la izquierda suben aproximadamente hasta los 1.950 m. de altitud. Se aprecia cómo desde el bosquecillo situado sobre la morrena, los árboles son progresivamente más escasos y pequeños a medida que se asciende por las laderas.

Esa franja entre los 1.850 y los 2.050 metros de altitud, en la que abundan los árboles deformes debido a la acción del viento, las heladas o la nieve (foto 3), podemos plantear con seguridad que corresponde al ecotono de la *treeline* o límite superior del bosque, una franja comprendida entre tres líneas más o menos definidas: la *timberline* o *forest limit*, o línea hasta la que llega el bosque continuo, la *treeline* propiamente dicha, que es la línea hasta la que llegan los últimos ejemplares aislados o en pequeños grupos de especies arbóreas con una talla de hasta 3 metros de altura, y la *tree species line*, o línea hasta la que llegan los ejemplares aislados y de pequeña talla de especies arbóreas (Price, 1986; Körner, 1998; Körner & Paulsen, 2004; Holtmeier & Broll, 2005).

Foto 3. Un ejemplar de pequeño tamaño de *Pinus sylvestris*, situado sobre una morrena a 2.020 m de altitud, junto a la Laguna Helada. Se aprecian claramente los daños en las ramas orientadas al norte, producidos por las intensas heladas y ventiscas del invierno 2004-05. La fotografía está tomada en el mes de mayo de 2005.

Las montañas de Urbión son singulares porque en ellas se puede observar la *treeline* a lo largo de una gran extensión y bajo diferentes condiciones de orientación de las laderas. Este hecho confiere a Urbión un extraordinario interés, pues, junto a otras características presentes en esta montaña, permite fijar con seguridad la existencia de medios actuales con condiciones de alta montaña en el interior de la Península Ibérica, y contribuir mediante su estudio al conocimiento de la posible incidencia de cambios climáticos y ambientales en estos frágiles medios con elevado estrés climático (Holtmeier & Broll, 2005).

Por otro lado, hemos observado que la *treeline* de las montañas de Urbión no aparece estable, sino que presenta una acusada dinámica de cam-

Zubía Monográfico | *núm. 20 (2008), pp. 97-118*
ISSN 1131-5423

bio que hemos podido reconstruir en los últimos 50 años. Es una dinámica de claro y rápido avance en altitud de la vegetación arbórea. Este fenómeno ya ha sido observado, para otras especies, en entornos cercanos (Camarero & Gutiérrez, 1999). La pregunta a la que pretendemos encontrar respuesta es: ¿en qué medida ha variado recientemente la *treeline* en Urbión?, y secundariamente: ¿cómo se está produciendo ese avance sobre el terreno, y qué factores pueden explicar esta dinámica?

1. ÁREA DE ESTUDIO, MATERIAL Y MÉTODOS

Las montañas de Urbión (Fig. 1) forman parte de la Cordillera Ibérica, están situadas en la parte nororiental de la Península Ibérica, y en situación interior, a 150 Km de las costas atlánticas y a 300 Km de las costas del mar Mediterráneo. Culminan en el Pico Urbión, a 2.228 metros (coordenadas: 42º00'45"N – 02º52'35"W).

Fig. 1. Mapa de localización de los Picos de Urbión, con sus tres cordales principales y el área objeto de análisis más detallado en este trabajo.

El Pico Urbión es un vértice desde el que descienden tres cordales principales, hacia el nordeste, hacia el oeste y hacia el sursureste, de los cuales el segundo y el tercero prolongan las altitudes superiores a los 2.000 metros a lo largo de tres a cuatro kilómetros de distancia desde el pico Urbión. Los fondos de los valles principales, en los que se sitúan los núcleos de población más próximos, están a una altitud media de entre 1.000 y 1.200 metros,

Zubía Monográfico | *núm. 20 (2008), pp. 97-118*
ISSN 1131-5423

y a unos diez a quince kilómetros, en línea recta, desde el Pico Urbión. Por tanto, las montañas de Urbión constituyen un macizo montañoso destacado sobre su entorno, relativamente extenso, y complejo en cuanto a sus variables físicas, con variedad de exposiciones y orientaciones en sus laderas, lo que se traduce en diversidad de ambientes geoecológicos (Raseman *et al,* 2004).

El trabajo se ha centrado en los cordales del oeste y sursureste, por encima de los 1.700 metros de altitud. El relieve es de origen glaciar, formado por circos, morrenas, cubetas de sobreexcavación, lagos y crestas (García *et al,* 1998; Sanz, 2001; Gandía, 2005). Tanto las laderas afectadas por la dinámica glaciar como el resto del espacio han sido afectadas también por la dinámica periglaciar, mostrando extensas superficies regularizadas, recubiertas por depósitos de solifluxión que en algunos lugares permanecen activos: el área culminante se caracteriza por un clima actual de alta montaña, condiciones que permiten la existencia de una dinámica de laderas activa de tipo solifluidal en los sectores más favorables (Arroyo *et al.,* 2005).

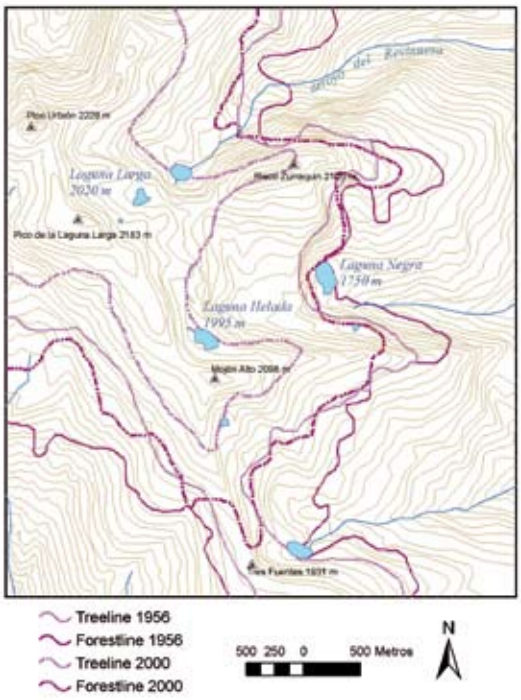
Para reconstruir la evolución reciente de las líneas superiores del bosque continuo (*forest limit*) y de los árboles aislados o en pequeños grupos (*treeline*), hemos combinado las labores de fotointerpretación y trabajo de campo con el uso de los Sistemas de Información Geográfica. Respecto a este último apartado se han utilizado dos fuentes: la fotografía aérea de 1956 ("vuelo americano") y las ortofotografías más recientes (2001) del Centro de Información Territorial de la Junta de Castilla y León. Se ha procedido al escaneado de una fotografía aérea de 1956 –la que abarca el sector culminante de los picos de Urbión- y, una vez en formato digital hemos georeferenciado la imagen mediante el software Er Mapper 6.1 a través de una serie de puntos de control tomados de la ortofotografía reciente. De esta forma dotamos de información espacial a la fotografía aérea de 1956 dentro del mismo sistema de coordenadas que posee la ortofotografía del año 2001. Posteriormente, mediante fotointerpretación y trabajo de campo se ha situado el límite superior del bosque y de los árboles en 1956 y en el momento actual. Utilizando un software SIG (arcGIS 9) digitalizamos el resultado generando una capa de polígonos donde se divide el área de estudio en 3 tipos de cubiertas: forestal (por debajo del *forest limit*), intermedia (entre el *forest limit* y la *treeline*) y supraforestal (por encima de la *treeline*). Calculamos la superficie que ocupa cada cubierta, y de esta forma obtenemos un dato cuantitativo de la evolución vegetal en este sector de alta montaña. Convirtiendo esta capa de polígonos en una capa de líneas donde se recogen las cuatro líneas y extrapolando la información de un Modelo Digital de Elevaciones extraemos la información altitudinal para el *forest limit* y la *treeline* en ambos periodos.

Para el análisis de las posibles causas que expliquen los cambios observados hemos consultado los Proyectos de Ordenación de los montes de Covaleda y Duruelo (VV.AA., 1945), puesto que el área de estudio casi en su totalidad queda incluida dentro de estos dos montes de Utilidad Pública, y tanto en estos proyectos como en sus sucesivas revisiones periódicas se

consigna detalladamente el tipo de gestión forestal y la carga ganadera que soportan. No existen otros registros, de tipo municipal, que nos permitieran contrastar la evolución de la carga ganadera. También hemos analizado los datos climáticos de las estaciones termopluviométricas más cercanas.

2. CAMBIOS DEL LÍMITE SUPERIOR DEL BOSQUE ENTRE 1956 Y 2006

En 1956 la línea del bosque continuo (*forest limit*) se situaba a una altitud media de 1.810 metros, mientras que la *treeline* se situaba hacia los 1.866 m. Hoy, el *forest limit* se sitúa a 1.869 metros, mientras que la *treeline* ha subido hasta situarse en los 1990 metros de media (Tabla 1 y Figura 2). Esto significa que la franja o ecotono de la *treeline* ha ascendido una media de 50-60 metros de altitud en las montañas de Urbión en los últimos cincuenta años, a una velocidad de avance de algo más de un metro al año, rapidez que ha sido ya observada por nosotros en otros ámbitos de montaña (García et al, 2004).



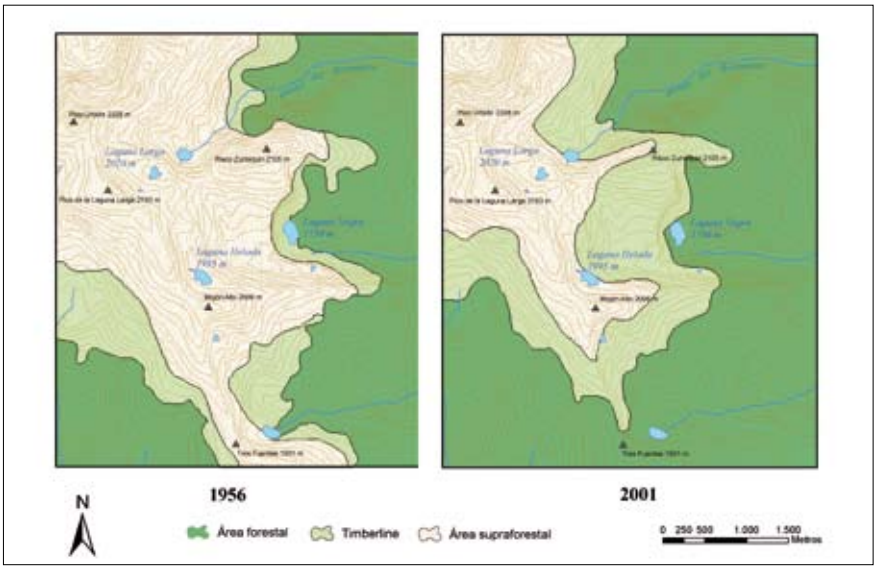
Línea:	Alt. máx.:	Alt. min.:	Alt. media:
Forest limit 1956	1974	1660	1810
Treeline 1956	2013	1720	1866
Forest limit 2001	2004	1742	1869
Treeline 2001	2102	1856	1990

Fig. 2 y Tabla 1. Cambios en las altitudes hasta las que llega el bosque contínuo (forest limit) y la treeline entre los años 1956 y 2001.

Zubía Monográfico | *núm. 20 (2008), pp. 97-118*
ISSN 1131-5423

Como puede apreciarse, la *treeline* ha experimentado una subida mayor que el *forest limit*, haciendo que el ecotono de la *treeline* en su conjunto sea una franja más amplia en la actualidad que en los años 50. Esto tiene una explicación lógica, en el sentido de que la *treeline* es más dinámica que el *forest limit*, manifestándose en aquélla los cambios más rápidamente que en ésta. Dicho de otra forma, el avance del bosque como formación continua es más lento que el avance de los árboles pioneros.

Traducido esto a superficies cubiertas por un tipo u otro de vegetación, en la tabla 2 y en la figura 3 podemos apreciar cómo la superficie supraforestal ha visto reducida su extensión en el área estudiada en un 23%, pero esa reducción no ha sido compensada por un aumento equivalente del área forestal, sino que el aumento se lo reparten la superficie forestal (un 16%) y la intermedia (un 7%), debido a esa diferencia de velocidad de avance entre el bosque continuo y la *treeline* a la hora de colonizar espacios nuevos.



Tipo de cubierta	1956	%	2001	%	Dif	%
Forestal	943,98	40,9	1312,9	56,8	368,92	16,0
Intermedia (*treeline*)	340,79	14,8	511,5	22,1	170,71	7,4
Supraforestal	1025,3	44,4	485,6	21,0	-539,73	-23,4

Fig. 3 y Tabla 2. Cambios en la extensión de la superficie forestal, la superficie intermedia (ecotono de la treeline) y la superficie supraforestal entre 1956 y 2001.

¿En qué forma se ha producido el avance del bosque ladera arriba durante estos últimos cincuenta años?

Zubía Monográfico | *núm. 20 (2008), pp. 97-118*
ISSN 1131-5423

3. CARACTERÍSTICAS ACTUALES DEL LÍMITE SUPERIOR DEL BOSQUE: PAUTAS DE AVANCE DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA

El trabajo de campo realizado muestra dos pautas de avance principales: el avance aleatorio, que se produce en las áreas de relieve uniforme, y el avance guiado por las formas convexas en las áreas de relieve irregular.

En las áreas de relieve uniforme (laderas regularizadas por recubrimientos de origen periglaciar) el avance del bosque ladera arriba parece haberse producido así mismo de manera uniforme, mediante la aparición aleatoria de árboles jóvenes procedentes de semillas que han logrado germinar (Foto 4). En las áreas de relieve irregular (laderas con modelado glaciar) los arbolillos jóvenes avanzan siguiendo las formas convexas (morrenas, crestas rocosas) y evitando las áreas deprimidas (Foto 5). Esta pauta de avance parece obedecer a dos factores: la mayor abundancia de finos en el suelo (morrenas) y la limitación que provoca el espesor y mayor duración de la capa de nieve invernal en los espacios deprimidos (Holtmeier & Broll, 2005).

¿Cuáles son los factores que controlan y explican estos cambios? Para encontrar respuesta a esta cuestión hay que partir del hecho de que estamos ante una *treeline* cuyo origen puede ser tanto climático como humano (Holtmeier & Broll, 2005): por una parte, los árboles manifiestan los síntomas de estar limitados en su desarrollo por factores naturales ligados a la altitud (temperaturas, viento, heladas, innivación), pero por otra parte es también cierto que el límite del bosque ha estado determinado por la gestión forestal y ganadera que se lleva a cabo desde hace muchas décadas por parte

Foto 4. En laderas de relieve uniforme (laderas regularizadas por procesos de tipo periglaciar, recubiertas de depósitos solifluidales) el avance de los árboles ladera arriba no parece seguir una pauta concreta, sino que avanza aleatoriamente, en forma de ejemplares y grupos dispersos.

Foto 5. En laderas afectadas por la acción morfogenética glaciar, y modeladas en circos, nichos, morrenas, cubetas, etc. la vegetación arbórea progresa ladera arriba siguiendo preferentemente las formas convexas (morrenas principalmente) y evitando las depresiones, lo que puede explicarse por la menor duración y espesor de la cubierta nival sobre las formas convexas, lo que facilitaría la germinación de las semillas.

de las comunidades rurales propietarias de estos terrenos y por parte de la Administración Forestal (Calavia, 1986). Para explicar el espectacular cambio observado en los últimos cincuenta años cabe acudir en primer lugar al análisis de las posibles transformaciones que se hayan podido producir en la forma de gestión y uso de estas tierras, y en segunda instancia, al estudio de posibles variaciones en el clima.

4. LA GESTIÓN FORESTAL EN LAS CUMBRES DE URBIÓN

La práctica totalidad del área de estudio queda comprendida dentro de dos Montes de Utilidad Pública: el de Covaleda (Monte nº 125) y el de Duruelo (Monte nº 132), por lo que disponemos de unos documentos que detallan el uso y gestión que se hace de estos terrenos desde mediados del siglo XX: los Proyectos de Ordenación y sus sucesivas revisiones (VV.AA., 1945, 1953 y otros). Del análisis de estos documentos se desprenden las siguientes observaciones.

En primer lugar, cabe señalar que los Proyectos de Ordenación constatan que por encima de una determinada cota altitudinal el crecimiento de los árboles es demasiado lento y los daños por nieve, heladas y viento hacen que no sean aprovechables. De esta forma se establecen en ambos montes dos áreas que van a quedar fuera del aprovechamiento forestal: la "*Sección 1*"y la "*Sección 2*" en el monte de Covaleda y la "*Sección 1ª, cuarteles A y B*" en el monte de Duruelo. La *Sección 1* del monte de Covaleda queda delimi-

tada por una línea que sigue aproximadamente la curva de nivel de los 1.850 metros; todo lo que queda por encima de esa altitud es lo que se denomina expresivamente el "*Raso de Urbión*", una considerable "*parte del monte que, por su gran altitud, queda fuera del área biológica de las especies arbóreas*". Por debajo, hasta aproximadamente la curva de nivel de los 1.700 metros se delimita una *Sección 2*, en la que "*el arbolado lleva una vida precaria y adopta formas defectuosas que, unidas a las dificultades de saca, son causa de su falta de valor comercial*", por lo que esta *Sección 2* tendrá asignada "*una finalidad esencialmente protectora*". En cuanto al monte de Duruelo, en su Proyecto de Ordenación de 1953 se dice que se trata de una masa "*de buen porte, hasta la cota 1.700 y algo más inferior hasta de 1.800 a 1.900 de altitud*", y que "*pasada la altitud de 1.800 a 1900 metros desaparece la masa arbórea y quedan las especies leñosas y herbáceas, vegetando hasta la misma cumbre de 2.240 metros de altitud*", por lo cual, en función de estas observaciones, se delimita la ya mencionada *Sección 1ª*, diferenciando en ella el "*cuartel A*", que es el que queda por encima de la curva de nivel de 1.900 metros, "*por encima de la que no es posible la vegetación arbórea (...) que comprende todo el terreno alto del "Raso de Urbión" cubierto de nieves casi todo el año*", y el "*cuartel B*", que es la faja que queda comprendida justo por debajo de la anterior, es decir, entre los 1.850 y los 1.900 m, en la que podrían crearse "*fajas de bosquetes protectores que separen la masa principal de la zona alta de pastos*".

Es decir, los Proyectos de Ordenación redactados para ambos montes entre finales de los años 40 y principios de los 50 del siglo XX recogen perfectamente cómo el bosque continuo llegaba hasta aproximadamente la cota 1.700 m, altitud a partir de la cual comenzaba una franja de bosque de menor porte y densidad que en ningún caso subía más allá de los 1.900 metros. Por otro lado, no se manifiestan dudas en cuanto a que las causas de estos límites son climáticas: "*en la zona limítrofe de la vegetación de las especies arbóreas que pueblan el monte, los vientos y las nieves alteran su porte del modo tan acusado que existen en la misma gran número de árboles que prácticamente no pueden considerarse como maderables*".

Como consecuencia de todo ello, los Proyectos de Ordenación de ambos montes van a dejar clara la vocación y las intervenciones que se llevarán a cabo en estas partes más altas situadas por encima de los 1.700 metros, y que serán confirmadas en las sucesivas revisiones hasta la actualidad: se destinarán a pastos, es decir, a aprovechamiento ganadero, sin que se lleve a cabo ninguna actuación forestal, debido a "*las dificultades de todo orden que revestiría el emprender una repoblación con intensidad suficiente que permitiera esperar obtener de la futura masa aprovechamientos maderables*", y en caso de llevarse a cabo algún tipo de repoblación, ésta "*sería experimental*", a base de especies de alta montaña como "*Larix europea, Pinus uncinata y Alnus viridea (...) operación que requerirá premeditado estudio y lenta ejecución en previsión de posibles errores que no beneficiarían en nada la ejecución de este Proyecto*". Tal como consta en las sucesivas revisiones, y por las conversaciones mantenidas con los técnicos actualmente

responsables, nunca se llevaron a cabo estas repoblaciones, ni siquiera con carácter experimental.

Podemos decir, por lo tanto, que por encima de una cota aproximada situada en torno a los 1.700 metros, la intervención forestal se ha limitado, como mucho, a la "*extracción de árboles secos o dañados por los agentes ambientales*", y que, en conclusión, la dinámica de progresión del *Pinus sylvestris* en altitud observada entre 1956 y la actualidad no se debe a actuaciones repobladoras llevadas a cabo desde la Administración forestal.

5. CAMBIOS EN EL APROVECHAMIENTO GANADERO

Los propios Proyectos de Ordenación de los montes establecen también desde mediados del siglo XX la carga ganadera que se permitirá en cada monte, lo que nos permite estimar cuál ha sido la evolución de esta presión ganadera y el papel que haya podido jugar en la dinámica reciente del límite superior del bosque en Urbión. En este sentido, hay que señalar que son significativos los cambios habidos en el aprovechamiento ganadero de estos pastizales de altura. Como se recoge en la tabla 3, la carga ganadera ha experimentado una reducción muy importante desde mediados hasta finales del siglo XX, destacando especialmente la práctica desaparición del ganado caprino, que además es el que más daño puede causar en la vegetación de porte arbustivo y arbóreo.

Tabla 3.
Estimación de la carga ganadera media anual, en número de cabezas de los distintos tipos de ganado, a mediados y finales del siglo XX, a partir de los datos de los Proyectos de Ordenación de los montes

	Monte de Covaleda (MUP 125)			Monte de Duruelo (MUP 132)		
	Mayor	Lanar	Cabrío	Mayor	Lanar	Cabrío
Años 50	620	2.200	1.200	380	650	900
Años 90	500	1.100	0	300	800	0

A la disminución de la carga ganadera en esta zona alta de pastizales ha debido contribuir también la transformación del conjunto de los aprovechamientos agro-ganaderos en estos municipios en este mismo periodo considerado. Esta transformación ha significado una drástica reducción de tierras dedicadas al cultivo en la zona baja, más próxima a los núcleos de población, tierras que han pasado a dedicarse a prados y pastos. De esta forma, el ganado, o una parte muy importante de él, no ha tenido que seguir subiendo a los pastos de altura, sino que ha pasado a aprovechar las antiguas tierras de cultivo abandonadas o reconvertidas a pastizales, cercanas a los pueblos.

El resultado, en cualquier caso, es una disminución significativa de la carga ganadera en las áreas situadas a mayor altitud, y como consecuencia, unas condiciones favorables a la regeneración del bosque y su avance ladera arriba.

Zubía Monográfico | *núm. 20 (2008), pp. 97-118*
ISSN 1131-5423

6. ANÁLISIS DE POSIBLES CAMBIOS EN LAS PRINCIPALES VARIABLES CLIMÁTICAS EN EL ENTORNO DE URBIÓN: UN INTENTO DE APROXIMACIÓN A PARTIR DE LOS DATOS DISPONIBLES

Ante una dinámica de cambio tan acusada como la que hemos observado en Urbión, cabe preguntarse si el clima ha podido intervenir de alguna forma mostrando algún tipo de cambio en un sentido favorable al avance en altitud de la vegetación arbórea. Dicho de otra forma, la pregunta es: ¿se observa algún cambio en el clima en estas últimas décadas que pueda contribuir a explicar esta rápida subida de la *treeline*?

Aquí nos encontramos con el problema de los datos climáticos disponibles (Tabla 4). Sólo disponemos de datos mensuales de 16 variables térmicas y pluviométricas de 4 estaciones meteorológicas del entorno más inmediato que cuentan con datos hasta la actualidad: Vinuesa y Barriomartín en Soria, y Mansilla y Ortigosa en La Rioja. El primer problema que se detecta es la ausencia de estaciones en altitudes superiores a los 1.300 metros; no tenemos por tanto datos tomados en condiciones climáticas de alta montaña. El segundo problema es que las 4 estaciones almacenan datos de periodos diferentes, sin una homogeneidad suficiente entre ellas que nos permita comparar con garantías la evolución de las condiciones climáticas en el último medio siglo. Además existen saltos temporales y numerosas lagunas en las series de datos, con años en los que las series de datos están incompletas. De esta forma resulta complejo hacer un análisis comparado fiable. Se han realizado resúmenes anuales de las variables seleccionadas y se han establecido diferentes periodos temporales para analizar la evolución climática en el último medio siglo, atendiendo con mayor atención al periodo invernal. En función de los déficits de los datos y la disparidad en cuanto a los años con datos en cada una de las estaciones han de tomarse los resultados con precaución y considerarse meramente como aproximativos.

Tabla 4.
Características de las estaciones termopluviométricas más cercanas

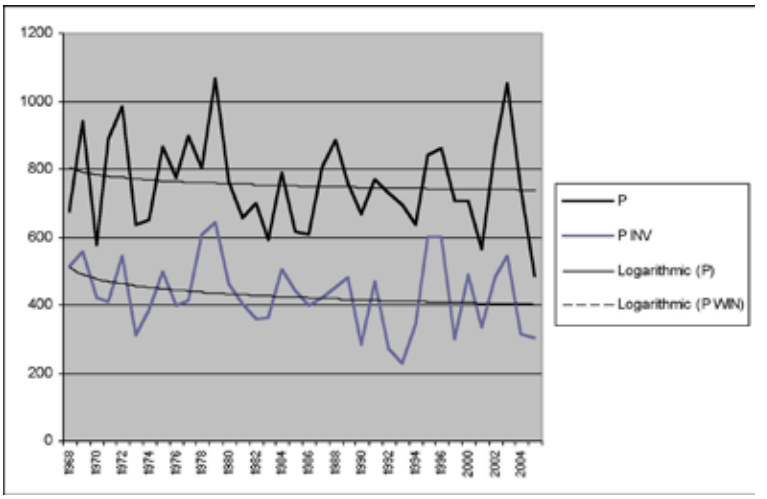
Observatorio termopluviométrico	Altitud (m.)	Lat. N	Long. W	Nº de años con datos de prec.	Series de años con datos completos de precipitación	Nº de años con datos de temp.	Series de años con datos completos de temperaturas
Vinuesa	1197	41º 58' 05"	2º 47' 00"	29 (24)	1952-66; 1989-2002	25 (21)	1956-66, 1989-02
Barriomartin	1260	41º 59' 45"	2º 29' 37"	38 (35)	1968-2005	38 (35)	1968-2005
Mansilla	900	42º 09' 53"	2º 53' 36"	45 (36)	1928-33; 1967-2005	39 (35)	1967-2005
Ortigosa	980	42º 10' 28"	2º 40' 39"	29 (26)	1974-2002	30 (25)	1973-2002

6.1. Cambios en las precipitaciones

Los resultados obtenidos en el análisis de las precipitación media mensual y anual apuntan a que si bien la precipitación total ha descendido a lo largo del último medio siglo, este descenso ha sido muy ligero, e incluso en una localización (Ortigosa) se aprecia un tímido aumento. Cuando analizamos la precipitación estacional los resultados parecen más expresivos, pues

Zubía Monográfico | *núm. 20 (2008), pp. 97-118*
ISSN 1131-5423

se aprecia que es durante los meses plenamente invernales (de noviembre a marzo) cuando las precipitaciones descienden de forma más acusada: entre un 10% y un 30% sólo en la última década del siglo XX (Tabla 5 y Fig. 4). En Mansilla por ejemplo, la precipitación media para el periodo 1968-1986 era de 797,7 mm, descendiendo este valor a 723,7 mm para el periodo 1987-2005, lo que supone un descenso de la pluviosidad anual del 9%; la precipitación media de los meses invernales ha pasado de 494 mm a 406 mm, siendo el descenso de la precipitación invernal del 18%. La precipitación media anual, marcada por la gran irregularidad interanual propia de las lluvias en los climas mediterráneos, muestra una tendencia ligerísimamente decreciente; en cambio, los inviernos en las montañas de Urbión parece que han sido más secos en los últimos años.



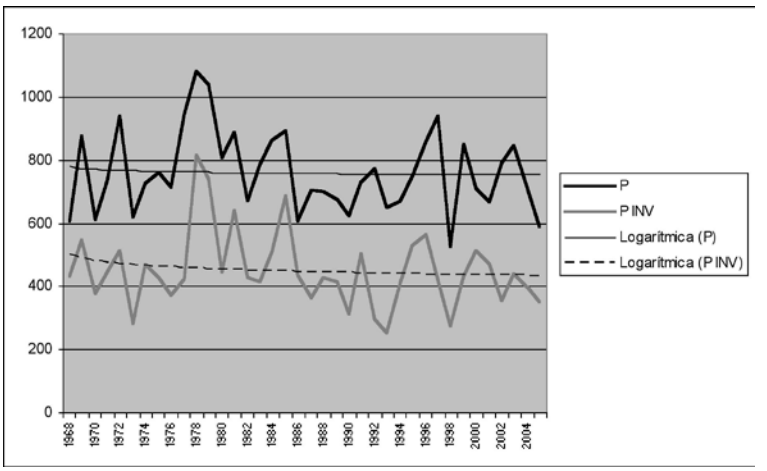


Fig 4. Evolución de las precipitaciones totales y las precipitaciones de los meses invernales (noviembre a marzo, ambos incluidos), a lo largo de las últimas décadas, en las estaciones de Mansilla (arriba) y Barriomartín (abajo)

Zubía Monográfico | *núm. 20 (2008), pp. 97-118*
ISSN 1131-5423

Tabla 5.

Resúmenes de los datos y los cambios más significativos en los observatorios termo-pluviométricos más cercanos a Urbión

La leyenda explicativa de estas tablas y las figuras siguientes es: T: temperatura media anual. T WIN: temperatura media del periodo invernal (noviembre a marzo, ambos incluidos). T JAN: temperatura media del mes más frío (enero). T JUL: temperatura media del mes más cálido (julio). TM MAX: temperatura media de las máximas. TM MAX JAN: temperatura media de las máximas en enero. TM MIN: temperatura media de las mínimas. TM MIN JAN: temperatura media de las mínimas en enero. D 0: número anual de días con temperatura media < 0ºC. D 5: número anual de días con temperatura mínima < –5ºC. D 30: número anual de días con temperatura máxima > 30ºC. P: precipitación total media anual. P WIN: precipitación media del periodo invernal (noviembre a marzo ambos incluidos). DSn: número medio anual de días de nevada. DSnG: número medio anual de días en que el suelo está total o parcialmente cubierto de nieve.

Vinuesa	1957-65	1990-01	Dif
T	7,72	9,65	1,93
T WIN	2,29	4,68	2,39
T JAN	-0,13	2,27	2,40
T JUL	16,24	18,34	2,10
TM MAX	14,23	15,90	1,67
TM MIN	1,36	3,39	2,04
TM MAX JAN	4,93	6,7	1,77
TM MIN JAN	-4,76	-1,99	2,77
D 0	161,67	118,42	-43,25
D 5	52,11	24,83	-27,28
D 30	12,00	26,75	14,75
P	1130,8	1029,0	-101,73
P WIN	740,9	625,38	-115,54

Barriomartin	1969-86	1987-05	Dif
T	8,82	9,77	0,96
T WIN	3,31	4,66	1,35
T JAN	1,55	2,64	1,09
T JUL	18,60	18,39	-0,21
TM MAX	14,67	15,71	1,04
TM MIN	2,95	3,78	0,83
TM MAX JAN	5,59	6,94	1,35
TM MIN JAN	-2,48	-1,74	0,74
D 0	126,67	107,35	-19,31
D 5	35,29	18,61	-16,68
D 30	29,00	25,89	-3,11
P	765,1	749,2	-15,91
P WIN	449,7	404,52	-45,15

Mansilla	1968-86	1987-05	Dif
T	10,15	10,97	0,82
T WIN	5,15	6,21	1,05
T JAN	3,23	4,08	0,85
T JUL	18,67	18,82	0,15
TM MAX	16,12	16,95	0,83
TM MIN	4,15	5,01	0,86
TM MAX JAN	7,76	8,62	0,86
TM MIN JAN	-1,34	-0,49	0,85
D 0	93,37	74,42	-18,95
D -5	23,58	15,68	-7,89
D 30	26,00	26,94	0,94
P	797,7	723,7	-73,97
P WIN	494,4	406,09	-88,27

Ortigosa	1975-87	1988-01	Dif
T	8,55	9,31	0,76
T WIN	4,02	4,51	0,49
T JAN	1,98	2,75	0,76
T JUL	15,90	17,29	1,39
TM MAX	14,62	15,92	1,30
TM MIN	2,46	2,83	0,37
TM MAX JAN	6,87	7,72	0,85
TM MIN JAN	-2,94	-2,47	0,47
D 0	123,15	120,64	-2,51
D -5	33,69	32,07	-1,62
D 30	9,38	19,64	10,26
P	629,85	644,91	15,07
P WIN	345,51	352,79	7,29

Zubía Monográfico | *núm. 20 (2008), pp. 97-118*
ISSN 1131-5423

Es probable que esta menor precipitación invernal se traduzca básicamente en una cubierta nival menos espesa y menos duradera, pero el estudio en la evolución de las precipitaciones en forma de nieve resulta ciertamente complicado dada la precariedad de los datos y la baja altitud de los observatorios disponibles. Si tenemos en cuenta los datos recogidos en Barriomartín para días de nieve en el suelo y los de Mansilla para días de nieve y para días de nieve en el suelo (Figura 5), se aprecia desde finales de la década de 1960 una tendencia a la baja en el significado de la nieve en la precipitación invernal. No existen datos nivales en altitud, tanto en aportación como en permanencia, por lo que resulta imposible sacar conclusiones fiables sobre la evolución del manto nival en los Picos de Urbión; una vez más, sería necesario disponer de observatorios meteorológicos en altitudes superiores a los 1.700 metros.

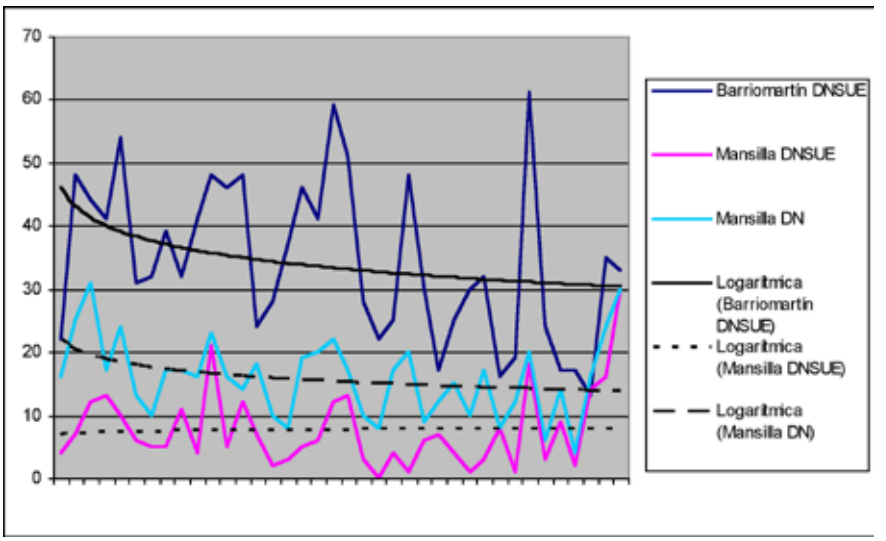


Fig. 5. Evolución a lo largo de las últimas décadas del número de días de nieve y días de nieve en el suelo de acuerdo con los datos de los observatorios de Barriomartín y Mansilla.

6.2. Cambios en las temperaturas

El análisis de la evolución de los valores térmicos en las montañas de Urbión parece mostrar variaciones de mayor calado y posible significación ambiental (Tabla 5). La temperatura media anual habría aumentado en las últimas décadas del siglo XX en las cuatro estaciones. Especialmente llamativo resulta el caso de Vinuesa cuya temperatura media anual a final de siglo, entre el año 1990 y el 2001 fue más elevada que en el periodo 1957-1965, pasando de 7,7ºC a 9,6ºC. En el resto de estaciones, con series de datos continuas desde finales de la década de los 70, el aumento de temperaturas también se manifiesta. Con la salvedad anotada de la discutible fiabilidad de los datos disponibles, podríamos afirmar que en las últimas décadas del siglo XX se ha producido un aumento significativo de las temperaturas medias en las montañas de Urbión de 1,1ºC de media.

Zubía Monográfico | *núm. 20 (2008), pp. 97-118*
ISSN 1131-5423

El incremento térmico se llega a tornar en espectacular si atendemos a las temperaturas medias de los meses invernales (de noviembre a marzo, ambos inclusive) especialmente en Vinuesa (Figura 6), donde ha aumentado más del doble, pasando de de 2,2ºC a 4,6ºC. Tomando con prudencia este dato, la tendencia de un aumento térmico más acusado en los meses de invierno se confirma en el resto de estaciones pues, en todas, el aumento de temperaturas es mucho mayor durante el periodo más frío del año, con un ascenso de las temperaturas medias invernales de 1,3ºC. En consecuencia el caldeamiento del clima en su conjunto se debe en buena medida al descenso en el rigor del frío invernal. El incremento térmico es más significativo en los meses más fríos de año que en los cálidos, como se comprueba al ver la evolución de la temperatura media en el mes de julio y en el mes de enero.

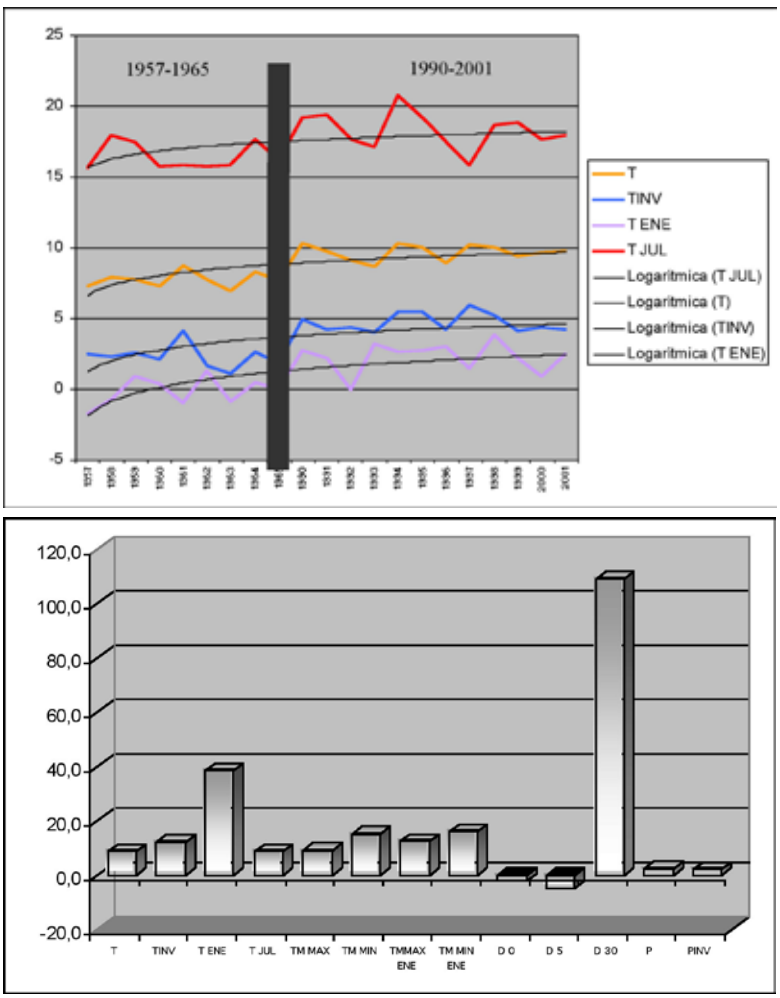


Fig. 6. Evolución y cambios en las temperaturas y precipitaciones en el observatorio de Vinuesa.

Esta tendencia hacia inviernos menos fríos (Calavia, 1984) es una hipótesis confirmada por la evolución de la temperatura media mensual de las máximas y mínimas diarias en la última década, especialmente si atendemos al resultado de esta variable en el mes más frío, enero, donde las subidas son notables. Igualmente son las temperaturas mínimas las que experimentan subidas de mayor entidad (entre 0,7ºC y 2ºC), pues se incrementan más del doble que las temperaturas máximas, lo que vuelve a confirmar que más que un calentamiento del clima en su conjunto lo que está ocurriendo es un atemperamiento del frío dentro del clima de estas montañas. Pues en todas las estaciones con series de años que acumulen datos continuos la temperatura media en el mes de julio no ha visto modificada su tendencia. Es decir, los inviernos son menos fríos, pero los veranos no son más cálidos.

También descienden el número de días de helada, esto es, aquellos con temperatura mínima inferior a 0ºC y los días con temperatura mínima inferior a –5ºC. Aunque en grado desigual, pues en Ortigosa, aunque también se produce un descenso, éste es mucho menos acusado que en el resto de estaciones. En contraste, los días con temperaturas máximas superiores a los 30º C no sólo no han disminuido sino que, aunque con valores muy desiguales, han aumentado en todas las estaciones salvo en la de Barriomartín.

Del análisis realizado podemos extraer, en fin, dos grandes conclusiones generales. En primer lugar, que la pluviosidad anual acusa un ligero descenso provocado fundamentalmente por la caída de las precipitaciones en invierno. En segundo lugar, que el ascenso de las temperaturas medias, mínimas y máximas (sobre todos de las primeras) es mucho más acusado en el invierno, por lo que podemos decir que se está produciendo una atenuación del rigor invernal; los inviernos en Urbión tienden a ser menos fríos y con temperaturas mínimas más altas. ¿Hasta qué punto pueden haber contribuido estos hechos al avance en altitud de los árboles, y al cambio tan espectacular observado en la *treeline* en Urbión en los últimos cincuenta años? En este sentido, el análisis dendrocronológico efectuado sobre una población cercana de *Pinus uncinata* mostró que los factores que controlan más directamente el crecimiento arbóreo no son las precipitaciones invernales ni las temperaturas medias, sino sobre todo los otoños cálidos y las primaveras cálidas y no muy húmedas (Ruiz, 1989), cambios que no destacan como significativos en los datos analizados.

7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES SOBRE LOS CAMBIOS RECIENTES DEL LÍMITE SUPERIOR DEL BOSQUE EN URBIÓN Y LOS FACTORES QUE LO CONTROLAN

En 2006 la *treeline* en Urbión se sitúa unos 55 metros más arriba que en 1956, lo que significa una velocidad de avance de algo más de 1 metro/año. Los árboles progresan ladera arriba siguiendo dos pautas principales: de forma aleatoria sobre laderas de relieve uniforme, y aprovechando las formas convexas en laderas de relieve irregular. Este espectacular avance ladera arriba se debe a los cambios habidos en los dos factores principales

Zubía Monográfico | *núm. 20 (2008), pp. 97-118*
ISSN 1131-5423

que la controlan: el factor humano –la gestión forestal y el uso ganadero- y el factor climático –temperaturas y precipitaciones-.

En cuanto al factor humano, la gestión forestal apenas ha tenido incidencia en esta parte alta de las montañas de Urbión, pues sus actuaciones se producen por debajo de los 1.700 metros de altitud debido a que por encima de esa cota el crecimiento de los árboles no es aprovechable desde el punto de vista forestal; por lo tanto, no cabe atribuir a la gestión forestal ninguna influencia significativa en el avance del límite superior del bosque. En cambio, sí ha habido cambios en el uso ganadero: tanto a una reducción en el número absoluto de animales que aprovechan los recursos en forma de pastos (una reducción del 100% en el ganado caprino, y de hasta el 50% en el ganado ovino), como una reducción de la presión por pastoreo debida a los cambios en el conjunto de la gestión agro-ganadera, que han hecho que cada vez suba menos cantidad de ganado a pastar a las zonas altas, aprovechándose más las tierras bajas cercanas a los pueblos. Ha disminuido, por tanto, de manera muy notable, la presión ganadera en las partes altas de Urbión, y éste es un cambio que significativamente ha debido favorecer la progresión en altura de la vegetación arbórea.

En cuanto al factor climático, los cambios reflejados por los datos disponibles son significativos: por una parte, las precipitaciones tienden a ser un poco más escasas, lo que en principio cabría tomarse como un factor negativo para el avance del bosque, pero lo que se observa es que la disminución se ha producido en invierno, época en la que la mayor parte de las precipitaciones tiene forma sólida; esto significa que la cubierta nival es menos espesa, hecho que, éste sí, significa menores daños en el ramaje de los árboles. Por otra parte, las temperaturas son el factor que ha cambiado de forma más llamativa, pues han aumentado alrededor de 1ºC de media en estos últimos cincuenta años, y sobre todo ese aumento ha afectado a las temperaturas de los meses invernales, que han subido entre 1 y 2ºC de media; es decir, los inviernos son menos fríos, lo cual no sólo es favorable en sí mismo para la recuperación del bosque, al ser más limitados los daños invernales que el frío intenso produce en los árboles, sino que además contribuye a que la cubierta nival sea menos duradera. Sin embargo, el análisis realizado no permite llegar a resultados concluyentes en este sentido, pues como ya hemos señalado, los cambios más importantes de cara al crecimiento vegetativo parecen ser la temperatura otoñal y primaveral y la precipitación primaveral, así como la temperatura del suelo en la zona radical.

En definitiva, podemos afirmar que se está produciendo un cambio ambiental notable en las montañas de Urbión, un cambio que se manifiesta de forma más evidente en la subida de la *treeline* ladera arriba, a una velocidad media, en los últimos 50 años, de un metro al año. Este cambio puede explicarse principalmente por la disminución de la presión humana en forma de aprovechamientos ganaderos; además se observa también una suavización de los inviernos, que han tendido claramente a ser menos fríos y menos nivosos, aunque no está claro que esto influya decisivamente en el

crecimiento vegetativo. Estos fenómenos hacen de las montañas de Urbión un interesante observatorio del cambio ambiental global a escala local.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado al amparo del Proyecto de Investigación, titulado "Los paisajes de la agricultura en España. Los paisajes de la España atlántica, interior y meridional", con referencia SEJ2006-15331-C02-01

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

Arroyo, P., Gandía, A. y García, A. (2005). Solifluction in mediterranean high mountain: ploughing blocks in Urbion Mountains (Castilla y Leon. Spain). Poster. *Sixth International Conference on Geomorphology*. Zaragoza.

Calavia Redondo, M. (1984). Aportación al conocimiento climático de la comarca de pinares en Soria. *RICUS-Revista del Colegio Universitario de Soria (Geog. e Hist.),* 8(3): 89-128.

Calavia Redondo, M. (1986). *Ecología y explotación de los bosques sorianos*. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. Inédita.

Camarero, J.J. y Gutiérrez, E. (1999). Estructura, patrón espacial y regeneración de una población de *Pinus uncinata Ram*. en su límite occidental de distribución (Castillo de Vinuesa, Soria-La Rioja). *Zubía,* 17: 99-153.

Gandía, A. (2005). *Geomorfología del Alto Urbión*. Memoria de Licenciatura. Universidad de Valladolid. Inédita.

García-Ruiz, J.M., Ortigosa, L., Pellicer, F. y Arnáez, J. (1998). Geomorfología glaciar del Sistema Ibérico. In: Gómez, A, & Pérez, A. (ed.): *Las huellas glaciares en las montañas españolas*. Universidade de Santiago de Compostela.

García, A., Guerra, J.C., Martínez, L.C. (2004). Los abedulares de la Omaña Alta (León): notas sobre dinámica vegetal y cambios en el aprovechamiento de los montes. *Boletín de la A.G.E.*, 38: 245-258.

Holtmeier, F.-K. y Broll, G. (2005). Sensitivity and response of northern hemisphere altitudinal and polar treelines to environmental change at landscape and local scales". *Global Ecology and Biogeography.*, 14: 395-410.

Körner, Ch. (1998). A re-assessment of high elevation treeline positions and their explanation. *Oecologia*, 115: 445-459.

Körner, Ch. y Paulsen, J.(2004). A world-wide study of high altitude treeline temperatures. *Journal of Biogeography*, 31: 713-732.

Price, L.W. (1986). *Mountains and man. A study of process and environment*. University of California. Berkeley.

Raseman, S., Schmidt, J., Schrott, L. y Dikau, R. (2004). Geomorphometry in mountain terrain. In: Bishop, M, & Schroder, J.: *Geographic Information Science and Mountain Geomorphology*. Springer-Verlag. Berlin.

Ruiz Flaño, P. (1989). Análisis dendroclimático de *Pinus uncinata* Ramond en la Sierra Cebollera (Sistema Ibérico). *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 15 (1-2): 75-85.

Sanz, E. (2001). *Las montañas de Urbión, Cebollera y Cabrejas: geomorfología y patrimonio geológico*. Diputación de Soria. Soria.

VV.AA., 1945, 1953 y años sucesivos. *Proyectos de Ordenación de los montes de Duruelo y Covaleda, y sucesivas revisiones*. Junta de Castilla y León, Consejería de Medio Ambiente, Servicio Territorial de Soria. Soria.