

Cambios vegetales holocenos en la región mediterránea de la Península Ibérica: ensayo de síntesis

S. Riera Mora

Seminario de Estudios e Investigaciones Prehistóricas. Departamento de Prehistoria, Historia Antigua y Arqueología, Universidad de Barcelona. C/ Baldiri Reixach s/n. 08028 Barcelona.

La Palinología se ha revelado como una de las disciplinas más útiles para la reconstrucción de los paisajes vegetales del pasado. En la Península Ibérica, durante la última década se ha producido un número elevado de secuencias polínicas, obtenidas a partir de sedimentos naturales, que además disponen de un número suficiente de dataciones absolutas, hecho que permite encuadrar en el tiempo con fiabilidad los cambios vegetales ocurridos en los últimos 10.000 años. La disponibilidad de estos datos permite empezar a dibujar escenarios más globales sobre los cambios ambientales acaecidos en el pasado, información que debe contribuir al diseño de escenarios de futuro más fiables. El presente trabajo expone una síntesis de los principales cambios vegetales ocurridos durante el Holoceno, a partir de un análisis de un conjunto de 68 secuencias polínicas obtenidas en registros sedimentarios naturales y que disponen de cuadros cronológicos fiables.

Palinology is a suitable technique to reconstruct past vegetation landscapes. In the Iberian peninsula numerous sequences from natural sediments have been produced throughout the last decade. These sequences include a fair amount of absolute dating, providing a clear image of changes occurring during the last 10,000 years. Thanks to these data, we now have a better global picture of past environmental changes. This is needed to increase our accuracy in predicting future scenarios. We present a synthesis of the main changes occurring during the Holocene based on 68 pollinic sequences obtained from natural sediments with reliable chronologies.

Introducción

La Península Ibérica se caracteriza por la diversidad de su paisaje vegetal y, a menudo, también por presentar una fragmentación del mismo. Esta estructuración paisajística es el resultado de la confluencia de un conjunto de factores topográficos, climáticos, microclimáticos, históricos, así como de una acción humana diversa y ejercida desde antiguo. La acción integrada de estos factores ha conducido a una sectorialización del medio vegetal, así como también de los procesos de cambio ambiental.

Algunos estudios han puesto de manifiesto que la variabilidad natural de los cambios vegetales ha sido superior a lo largo del Holoceno en los territorios mediterráneos que atlánticos (**Fig. 1**) (Julià *et al.*, 2001; Riera y Julià, 2002). Las frecuencias de cambio vegetal evidenciadas por los diagramas polínicos peninsulares se muestran en la **Figura 1**, apreciándose la existencia de un mayor número de períodos de alta recurrencia de cambios en las áreas de bioclima mediterráneo (Rivas Martínez, 1987).

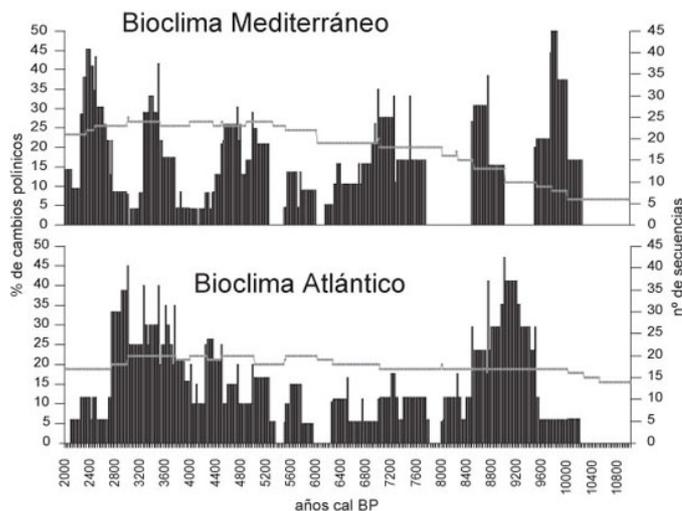


Figura 1. Frecuencia de cambios en secuencias polínicas durante el Holoceno en áreas de bioclima mediterráneo y atlántico de la Península Ibérica (según Rivas Martínez, 1987). Las frecuencias de cambio en barras negras, han sido establecidas por ventanas cronológicas de 25 años y calculadas en base al número de secuencias disponibles en cada ventana temporal (Julià et al., 2001; Riera y Julià, 2002). La curva gris representa el total de secuencias polínicas disponibles.

Afrontar una síntesis sobre la historia vegetal holocena de la Península Ibérica resulta tarea difícil, dado que a los factores vinculados a las características del propio medio cabe añadir una serie de limitaciones derivadas de la metodología y del material disponible. En primer lugar, la ya señalada diversidad paisajística de la Península Ibérica dificulta las generalizaciones y, en consecuencia, a menudo registros paleobotánicos cercanos muestran historias vegetales no plenamente coincidentes.

A estos condicionamientos ambientales, ecológicos y humanos, cabe añadir las dificultades derivadas de los datos disponibles. En este sentido, amplias regiones de la Península, como La Mancha, Castilla o Extremadura (**Fig. 2**), disponen de escasas secuencias polínicas. Por otra parte, numerosos registros no presentan marcos cronológicos suficientemente fiables y de alta resolución temporal. Este problema es especialmente limitante para el lapso temporal de los 2.000 últimos años, por lo que reconstruir la evolución vegetal de los períodos históricos presenta una dificultad añadida.

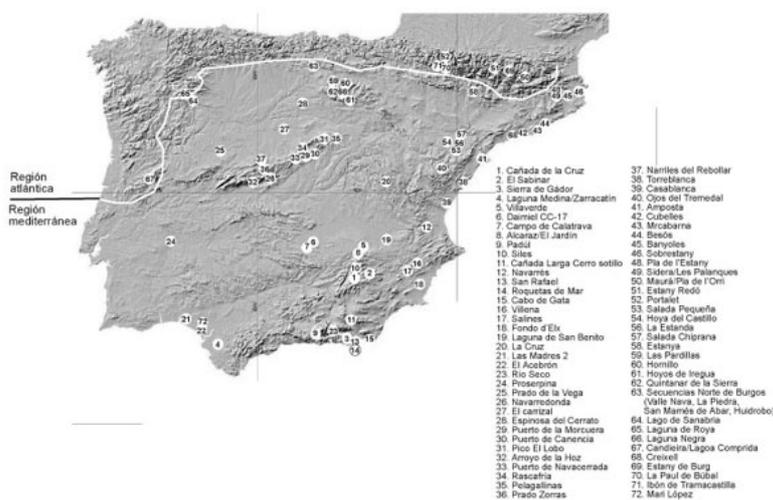


Figura 2. Localización de las secuencias polínicas consideradas.

Cabe señalar que la gran diversidad ambiental, paisajística y de los procesos nos obliga, en el presente esfuerzo de síntesis, a realizar generalizaciones que pueden obviar las ricas diversidades regionales y microregionales que caracterizan la evolución del paisaje vegetal y la configuración del medio ibéricos. Por otra parte, se debe tener en cuenta que, recientemente, se ha realizado un esfuerzo por sintetizar los principales cambios ambientales holocenos de áreas mediterráneas en relación con la instalación de condiciones áridas (De Beaulieu *et al.*, 2005).

Material

Se pretenden definir las líneas generales de la evolución vegetal a partir de secuencias polínicas de registros sedimentarios naturales, es decir, excluyendo los datos procedentes de sedimentos arqueológicos, ya que en estos registros los espectros polínicos pueden estar mediatizados por las actividades humanas. Las secuencias naturales consideradas corresponden a sedimentos turbosos y lacustres. Entre estas secuencias polínicas, se ha trabajado con aquellas que disponen de marcos cronológicos fiables y suficientemente resolutivos que permitan encuadrar temporalmente con cierta fiabilidad los cambios vegetales. Realizada esta selección, se ha trabajado sobre un total de 68 secuencias polínicas localizadas en zonas de bioclima mediterráneo o áreas limitrofes (Rivas Martínez, 1987; Quézel y Médail, 2003).

Los marcos cronológicos han sido establecidos a partir de dataciones radiocarbónicas. Todas las dataciones han sido calibradas mediante el programa Calib Rev. 5.0.1 (Stuiver y Reimer) y las edades se presentan en cal BP (años calendario antes del presente).

Marco geográfico y temporal

En la presente síntesis, se expone la historia vegetal de la región de bioclima mediterráneo de la Península Ibérica. Se han considerado también secuencias localizadas en sectores supramediterráneos en transición a la región eurosiberiana, como el norte del Sistema Ibérico o la región de Sanabria. Algunas secuencias situadas en la región eurosiberiana (p.e. Pirineos o Serra da Estrela) han sido consideradas en cuanto completan la visión de la evolución vegetal de regiones mediterráneas adyacentes (**Fig. 2**). Por otra parte, los cambios ambientales de estas regiones limitrofes pueden estar vinculados con los cambios en zonas mediterráneas en tanto que pueden constituir zonas complementarias en los usos humanos. El período considerado corresponde al Holoceno, es decir, aproximadamente a los últimos 11.000/10.000 años.

Andalucía y el sur del País Valenciano

En el litoral andaluz oriental, las lagunas Medina y Zarracatín (4) (Las Encinas Project) evidencian, entre 8600 y 6300 cal BP, que los alcornocales dominaron los llanos del Bajo Guadalquivir, con un importante peso de maquias termófilas y sin presencia de pinares. A partir de 6300 cal BP hasta 2000 cal BP, el alcornocal se retrae, extendiéndose los carrascales y los brezales, indicadores estos últimos de una posible perturbación humana del medio. Entre 4000 y 2600 cal BP (laguna de Las Madres-2, 21), los brezales ocupaban ampliamente el litoral occidental de Huelva, con núcleos forestados reducidos; los pinares ocupan los suelos arenosos y, en sectores más interiores, se ha sugerido que la gestión humana del medio forestal generó dehesas primitivas de quercíneas desde los 6000 años BP (Stevenson y Harrison, 1992). En las marismas de Guadalquivir (Mari López, 72), los *Quercus* son más abundantes con anterioridad a 4350 cal BP aún cuando los brezales ocupan amplios sectores (Yll *et al.*, 2003). Durante el período romano, mientras la llanura sevillana se explota agrícolamente con extensos olivares (el polen de *Olea europaea* alcanza valores del 60%), la marismas de Huelva, entre 2600 y 1500 cal BP, sufren extensas deforestaciones que favorecen una colonización del área por brezales (Stevenson y Harrison, 1992) y por jarales a partir de ca. 1500 cal BP (Yll *et al.*, 2003). Hacia 1500 cal BP, se produce una retracción forestal en la planicie sevillana mientras que en Huelva el hombre favorece la formación de dehesas maduras de *Quercus* en detrimento de los pinares, que llegan a desaparecer de los sectores litorales. Con posterioridad a 500 cal BP, *Pinus* y *Juniperus* desplazan a las especies del género *Quercus*, poniendo de manifiesto un abandono de las dehesas, mientras en las planicies sevillanas, los bosques de *Quercus ilex* y *Pinus* se regeneran paralelamente a un segundo desarrollo del olivar de época medieval y moderna (Las Encinas Project).

En el sector almeriense, las secuencias de San Rafael (13), Roquetas de Mar (14) (Pantaleón *et al.*, 2003) y Cabo de Gata (15) (Burjachs *et al.*, 1996) evidencian que estos sectores litorales estuvieron ocupados entre los 7800 cal BP, y una fecha que oscila entre los 5000 y los 3800 cal BP, por comunidades termomediterráneas formadas por *Olea europaea*, *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus* y *Erica* tipo *arborea*, hecho que evidencia una fase de mayor disponibilidad hídrica que en la actualidad. En sectores más interiores, esta fase de mayor humedad favoreció la expansión de bosques de *Quercus rotundifolia* y *Q. faginea*. La aridificación del sector se inicia durante el cuarto milenio cal BP, momento en que las maquias y las formaciones de quercíneas se retraen en favor de los pinares y, posteriormente, de comunidades esteparias de *Artemisia* (Pantaleón *et al.*, 2003). A consecuencia de una nueva fase de aridificación, en una fecha incierta entre 2000 y 1500 cal BP, las estepas de *Artemisia* se expanden nuevamente, desapareciendo definitivamente los rodales de pino que pervivían (Pantaleón *et al.*, 2003).

En la montaña almeriense, el registro de la Sierra de Gádor (3), localizado a 1530 m de altitud (Carrión *et al.*, 2003), evidencia, al igual que en la Sierra de Segura, que las masas forestales de *Pinus nigra* pervivieron hasta bien entrado el período holoceno (hasta ca. 6000 cal BP). El aumento de la disponibilidad hídrica entre 6000 y 4000 cal BP, permite que los *Quercus* caducifolios y otros taxones planifolios desplacen a los pinares. Entre 4000 y 1800 cal BP, a consecuencia de los incendios y actividades humanas, esta franja altitudinal fue colonizada por pinares y coscojares-carrascales, así como por comunidades arbustivas. Con posterioridad a una recuperación del pinar entre 1750 y 1620 cal BP, la presión humana provoca la degradación definitiva de las formaciones forestales de altitud en favor de los matorrales espinosos de genisteas, *Rhamnus* y *Berberis* (Carrión *et al.*, 2003).

En el Sistema Bético-Nevadense, la secuencia de Padúl, a 785 m de altitud, al pie de Sierra Nevada (9), pone de manifiesto una temprana expansión de los bosques termófilos a 15000 cal BP (Pons y Reille, 1988). Con posterioridad a un retorno a condiciones climáticas áridas y frías, el bosque de *Quercus* tipo *ilex*, *Quercus* tipo *suber* y *Pistacia* volverá a desarrollarse a partir de 11500 cal BP, mientras que las altitudes superiores están ocupadas por especies mesófilas (*Quercus* caducifolios). Sin embargo, una nueva fase de retroceso forestal se produce entre 9750 y 9250 cal BP, posteriormente a la cual, el carrascal vuelve a instalarse con núcleos de alcornoques y robles. Éstos últimos, acompañados de pinares en los pisos superiores, pasan a ser dominantes entre 8750 y 7000 cal BP. Con posterioridad a 7000 cal BP, la aridificación climática progresiva provoca un ascenso altitudinal de los pisos de vegetación que comporta la reintroducción de la carrasca y de vegetación termomediterránea a expensas del robledal y del pinar que pasan a ocupar sectores más elevados de la Sierra. Entre 6000 y 5000 cal BP, una nueva fase de aridificación provoca una reducción de las quercineas, paralelamente a la expansión de maquias y pinares.

En los sectores altitudinales de Sierra Nevada, el registro de Río Seco a 2880 m (23) evidencia que en los últimos 1000 años, el límite superior del bosque se ha situado en altitudes próximas a las actuales, si bien durante los periodos 1000-700 cal BP y 350-200 cal BP, los bosques de *Pinus* y de *Quercus* caducifolios ascienden ligeramente de altitud (Esteban, 1996). En la cercana Sierra de Baza-Filabres, la secuencia de Cañada Larga del Cerro del Sotillo (1890 m) (11) evidencia que, con anterioridad a ca. 2800 cal BP, los quejigares y pinares de altitud se localizan a cotas superiores a las actuales (Riera *et al.*, 1994). A partir de 2800 cal BP, los quejigales prácticamente desaparecen y la deforestación del pinar se hace evidente a partir de 2450 cal BP. El desarrollo de extensos jarales (*Cistus* indif.) a partir de esta fecha es el resultado de una alta frecuencia de incendios provocados, relacionados con el aprovechamiento de los pastos altimontanos (Riera *et al.*, 1994).

En el Sistema Bético, a 1595 m de altitud, en el contacto entre los pisos supra y oromediterráneo, la secuencia de Cañada de La Cruz (1), evidencia, a partir de 8500 cal BP, el ascenso altitudinal de los pinares de *Pinus nigra* y del bosque caducifolio formado principalmente por *Quercus* caducifolios y *Fraxinus* (Carrión *et al.*, 2001b). Estos pinares pasan a dominar estas altitudes a expensas de las formaciones altimontanas de carácter no-forestal, de requerimientos más continentales, que habían ocupado el sector desde el período glacial (Carrión *et al.*, 2001). Entre 3600 y 2650 cal BP, estas formaciones no-forestales, acompañadas por *Juniperus*, vuelven a expandirse en altitud, siendo nuevamente reemplazadas por pinares a partir de 2650 cal BP. A partir de 1400 cal BP, se produce un nuevo descenso del límite de los prados xerófitos como consecuencia de la deforestación antrópica del piso del pinar, hasta que hacia 750 cal BP, el límite del pinar vuelve a ascender (Carrión *et al.*, 2001).

A una altitud menor de la Sierra de Segura, el diagrama de Siles, situado en el piso supramediterráneo, a 1320 m (10), muestra nuevamente el dominio de los pinares hasta bien entrado el período Holoceno (Carrión, 2002). Hacia 7400 cal BP los bosques pasan a estar formados por *Quercus* caducifolios acompañados de otros taxones mesófilos como *Betula*, *Corylus avellana*, *Fraxinus* o *Acer* hasta que los carrascales y los taxones termófilos los substituyen en 5900 cal BP, como consecuencia del inicio de condiciones climáticas más secas (De Beaulieu *et al.*, 2005). Posteriormente, se inicia un período de alternancia de *Pinus* tipo *nigra*, *P.* tipo *pinaster* y *Quercus* tipo *ilex*, hasta que los pinares pasan a ser dominantes en 3500 cal BP. La deforestación del sector y la expansión de los pastos con fines ganaderos se inicia hacia 2000 cal BP, si bien con posterioridad a 1400 cal BP, se impone una dinámica de alternancia secular de pinar y pasto, favorecida por frecuentes incendios de origen antrópico.

Cercana a estas dos últimas secuencias, el diagrama de El Sabinar (2) evidencia que el pinar ocupaba altitudes inferiores la Sierra de Segura (1117 m) durante los últimos 6600 años (Carrión *et al.*, 2004). El roble, *Pinus* tipo *pinaster* y un elenco de árboles caducifolios (*Corylus avellana*, *Betula*, *Fraxinus*, *Acer*, etc.) ocupan cotas inferiores, hasta que hace 4500 años, *Quercus* tipo *ilex* asciende ocupando el piso de la media montaña. En este momento, la expansión de taxones xerófitos (*Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Ephedra*, etc.) manifiesta la instalación de condiciones más áridas (de Beaulieu *et al.*, 2005). Una intensa deforestación de esta franja altitudinal se produce a partir de 1350 cal BP: *Pinus* y *Quercus* se reducen drásticamente y se expande *Juniperus thurifera*, al igual que plantas xerófitas y matorrales de degradación formados por genisteas, *Rhamnus* y *Berberis*. Estos cambios forestales han sido atribuidos a un desarrollo de los pastos en niveles montanos, e incluso se apunta que la expansión de *Juniperus thurifera* fuese el resultado de esta actuación humana.

En sectores bajos de esta región, el diagrama de Salinas, situado a 225 m (17), pone en evidencia la mayor antigüedad de la substitución de los pinares por especies frondosas a inicios del Holoceno (Burjachs *et al.*, 1997; Giralt *et al.*, 1999). A partir

de 11500 cal BP, los pinares son substituidos por carrascales y *Juniperus*, con un crecimiento progresivo de taxones mesófilos (principalmente *Quercus caducifolia*). A partir de 8750 cal BP, los carrascales, las maquias termófilas y las comunidades xerófitas se expanden paralelamente a la reducción de árboles mesófilos, evidenciando la instalación de condiciones climáticas más secas.

Una situación similar aunque ligeramente más tardía se documenta en el litoral alicantino. En la secuencia del Fondó d'Elx (18) (Burjachs *et al.*, 1997), hacia 9700 cal BP, los taxones mesófilos (principalmente *Quercus caducifolia*) desplazan a los pinares que se habían instalado durante el Tardiglacial. Con posterioridad a 8000 cal BP, los carrascales, acompañados de formaciones arbustivas a partir de 7800 cal BP, desplazan a los *Quercus caducifolios*. A partir de este momento, los pinares empiezan a colonizar los suelos arenosos litorales, llegando a ser dominantes en esta llanura costera.

Las secuencias de Villena (16) en el área prebética cercana a Salinas (Yll *et al.*, 2003) y de Navarrés (12) ya en el Sistema Ibérico (Carrión y Van Geel, 1999), vuelven a poner de relieve la pervivencia de los pinares durante el Holoceno inicial en las elevaciones del SE peninsular. Los pinares se instalan en la región a partir de 10600 cal BP y persistirán hasta la expansión de *Quercus* tipo *ilex* hacia 7000/6500 cal BP. *Corylus avellana*, *Betula* y *Fraxinus* están presentes en bajos porcentajes desde este momento hasta que desaparecen en 5000 cal BP, mientras que *Quercus caducifolia* mantendrá durante más tiempo una presencia secundaria, experimentando un declive más progresivo. Esta secuencia pone de manifiesto que, si bien condiciones climáticas más cálidas y húmedas imperaban desde periodos anteriores, los pinares presentan en sectores del Sistema Bético e Ibérico una gran resiliencia, y no es hasta que se producen perturbaciones en forma de incendios que los *Quercus* y las maquias mediterráneas desplazan a los pinos (Carrión, 2003).

La Mancha

Las secuencias polínicas en la llanura manchega son escasas. En La Mancha Oriental, los registros de Villaverde (870 m) (5) (Carrión *et al.*, 2001a) y El Alcaraz/El Jardín (850 m) (8) (Taylor *et al.*, 1998) ponen de manifiesto, al igual que los registros de la Sierra de Segura y del extremo sur del Sistema Ibérico, la pervivencia de los pinares hasta bien entrado el periodo Holoceno (ca. 5900 cal BP), si bien los taxones mesófilos y termófilos empiezan a expandirse a partir de 7500 cal BP (Carrión *et al.*, 2001a). En contraste, en La Mancha Occidental (Daimiel-CC17, 615 m) (6) los pinares ocupan, aproximadamente a partir de 10500/10000 cal BP un lugar secundario y los bosques de carrasca y *Quercus caducifolios* son dominantes 4000 años antes que en La Mancha Oriental (Dorado *et al.*, 2002).

Los bosques caducifolios (*Quercus caducifolios*, *Betula*, *Fraxinus*, *Corylus avellana*) son dominantes entre 5900 y 5000 cal BP en Villaverde, momento en que los taxones xerófitos y termófilos se expanden (*Quercus* tipo *ilex*, *Pistacia* y *Erica* tipo *arborea*, principalmente). A partir de 3600 cal BP, se instala en Villaverde un bosque mixto carrasca/quejigo, con un incremento de taxones xerófitos, entre ellos, *Juniperus thurifera* y *Pinus* (Carrión *et al.*, 2001a). En la Laguna de San Benito (19), comunidades más xéricas caracterizadas por la abundancia de *Artemisia* son importantes con anterioridad a ca. 4000 cal BP momento en que los pinares son desplazados por los carrascales (Dupré *et al.*, 1996).

Con posterioridad a 2750 cal BP, los carrascales, acompañados ahora por *Juniperus thurifera*, pasan a ser dominantes en Villaverde, desapareciendo los árboles caducifolios, hasta que en 1600 cal BP, los *Quercus* se rarifican en favor de pinares y comunidades herbáceas xerófitas. El incremento de taxones polínicos nitrófilos, así como de *Cistus*, tipo *Genista*, *Berberis*, etc. ponen de manifiesto la expansión de matorrales como consecuencia de la presión humana causante además de incendios recurrentes (Carrión *et al.*, 2001a).

Durante los últimos 2000 años, la evolución vegetal histórica registrada por las secuencias de San Benito (19) y Campo de Calatrava (615 m) (7) difiere de la documentada en Villaverde. En las primeras, las carrascales se expanden a partir de ca. 1700/1600 cal BP, paralelamente a un desarrollo de brezales y de taxones nitrófilos (García Anton *et al.*, 1986). Esta composición polínica podría atribuirse a la formación de dehesas, hecho que coincidiría cronológicamente con la expansión de estos sistemas agrosilvopastorales en Huelva hacia 1500 cal BP (Stevenson y Harrison, 1992).

Extremadura y la Submeseta Norte

Nuevamente, en estas regiones debemos hacer frente a la falta de datos así como de secuencias con marcos cronológicos a menudo insuficientemente resolutivos. En los sectores occidentales, las secuencias de Proserpina en Mérida (24) y Prado de la Vega en la llanura salmantina (25) permiten analizar los usos humanos y sus repercusiones sobre la vegetación durante los últimos 2000 años (Valdeolmillos *et al.*, 1996; Ariño *et al.*, 2002). Entre 2000 y 1500 cal BP, estos sectores están ocupados por carrascales con presencia de *Quercus caducifolios* y, en el caso de Mérida, de *Juniperus*. Los pinares se encuentran alejados de estas llanuras, especialmente en Proserpina, y probablemente se localizan en sectores elevados de las sierras. Una fase de deforestación ocurre en toda esta región entre 1500 y 1100/1050 cal BP, paralelamente a la expansión de brezales y jarales. El aumento de los taxones nitrófilos indica una presión humana sobre el medio como resultado de un mayor peso de las actividades ganaderas a partir del s. V dC. Con posterioridad a 1050/1000 cal BP, la regeneración de los

Quercus va siempre acompañada de altos valores de brezales y jarales, lo que podría estar indicando una gestión del medio en forma de dehesas. En este mismo período, la reducción de los pinares evidencia, como demuestran las secuencias del Sistema Central, la deforestación de los pisos superiores de sierras próximas (Ariño *et al.*, 2002). A partir del 700/800 cal BP (s. XII/XIII) las dehesas están casi exclusivamente formadas por carrasacas, con un importante sotobosque de brezo y jaras. En este momento, se produce una expansión agrícola, principalmente del olivar y del viñedo, especialmente en el llano de Mérida.

Los sectores orientales de la submeseta Norte, caracterizados por extensos suelos arenosos y un clima marcadamente continental, han estado ocupados por los pinares (probablemente *Pinus pinaster*) durante prácticamente todo el período Holoceno. Con anterioridad a 9500 cal BP, los pinos aparecen acompañados de *Juniperus* y *Betula*, mientras que a partir de este momento, se instalan, siempre en una posición secundaria, rodales de *Quercus* caducifolios y carrasacas, según evidencian las secuencias de El Carrizal (860 m)(27)(Franco-Múgica *et al.*, 2005) y Espinosa del Cerrato (885 m)(28) (Franco-Múgica *et al.*, 2001a). A partir de ca. 2300 cal BP los pinares empiezan a verse afectados por incendios de origen antrópico que favorecen la expansión de los *Quercus*. Sin embargo, no será hasta 1450/1300 cal BP que una importante deforestación afecta a todo este sector. En Espinosa del Cerrato, esta destrucción del pinar fue casi total y los *Quercus* serán dominantes durante los últimos 1300 años, mientras que en El Carrizal, se producirá una regeneración posterior del pinar. En ambas áreas, las comunidades arbustivas (brezales, jaras y genisteas) pasan a ocupar importantes espacios.

El Sistema Central

Las secuencias de Pico El Lobo a 2125 m (31) (Andrade *et al.*, 1997) y Pelagallinas a 1340 m (35) (Franco-Múgica *et al.*, 2001b) evidencian que en las sierras orientales del Sistema Central, bajo condiciones climáticas menos continentales, los pinares, aún constituyendo los bosques dominantes, no alcanzaron la misma extensión que en las sierras centrales de Guadarrama y Gredos. Entre los 5000 y 2450 cal BP, en el piso supramediterráneo del sector oriental, la secuencia de Pelagallinas evidencia el dominio de los pinares con una importante presencia de abedulares. Una serie de incendios ocurridos en ca. 2450 cal BP conlleva la desaparición del pinar y la expansión del abedular y, probablemente a altitudes inferiores, de los *Quercus* caducifolios y de los carrascales.

La sustitución del abedular por el brezal tuvo lugar a 1600 cal BP en los sectores más bajos de las Sierras (Pelagallinas, 35) como resultado de la actividad ganadera y agrícola; a mayores altitudes (Pico El Lobo, 2125 m) (31), la deforestación del pinar se produce posteriormente, entre 1270 y 970 cal BP. Con posterioridad al período medieval, la deforestación es extensa en altitud (Andrade *et al.*, 1997) mientras que en los sectores bajos de las sierras orientales, el pinar se regenera (Franco-Múgica *et al.*, 2001b).

Los cambios vegetales documentados en Puerto de Canencia (30), secuencia localizada a 1460 m en la Sierra de Guadarrama (Andrade *et al.*, 1997) se asemejan a los documentados en Pelagallinas (1340 m): los abedulares predominan sobre el pinar en esta franja altitudinal cómo mínimo a partir de 2570 cal BP.

Sin embargo, las secuencias polínicas del Puerto de Navacerrada a 1430 m (33) y Rascafría a 1113 m (34), localizadas a altitudes medias de la Sierra de Guadarrama y por tanto bajo condiciones climáticas más continentales, evidencian un dominio absoluto del pinar hasta 1000 cal BP. En Rascafría, a menor altitud, la perturbación antrópica del pinar se hace notar con anterioridad. Globalmente, a 1000 cal BP, la franja altitudinal del pinar se estrecha, pues los bosques de *Quercus* caducifolios penetran en los sectores serranos (Rascafría y Puerto de Canencia) a la vez que se produce un descenso altitudinal de formaciones arbustivas altimontanas (Franco *et al.*, 1998; Andrade *et al.*, 1997). Navacerrada (33) evidencia que, aunque el pinar se deforesta y los robledales se expanden en un momento incierto posterior a 2450 cal BP, los primeros continuarán siendo dominantes hasta la actualidad. En general, hace 1000 años, los incendios afectaron al pinar permitiendo la extensión de brezales, jarales y pastos. El crecimiento de melojares con anterioridad a 1000 cal BP podría estar poniendo de manifiesto una gestión humana en forma de dehesas desde el fondo de los valles hasta altitudes de ca. 1400 m.

A mayores altitudes, los registros de Puerto de Morcuera a 1740 m (29) (Gil García *et al.*, 1993) muestran una tendencia similar. Los pinares dominan a esta franja altitudinal si bien empiezan a decrecer con anterioridad a 1625 cal BP, probablemente hacia 2000 cal BP, paralelamente a un ascenso altitudinal de formaciones caducifolias (abedulares y melojares). A partir de ca. 1000 cal BP, la degradación del pinar y la expansión del melojar se hacen más evidentes. A estas altitudes, la deforestación de los pinares conllevó la extensión de brezales, de *Juniperus* y de pastos altimontanos.

En la Sierra de Gredos, con un clima marcadamente continental, las secuencias Arroyo del Hoyo (32) y Navarredonda (26) evidencian durante los últimos 5500 años un amplio dominio de los pinares entre los 1000 y 1600 m de altitud (Andrade *et al.*, 1997; Franco *et al.*, 1997). En ca. 1500 cal BP, se produce una fase transitoria de reducción del pinar, seguida de un período de regeneración y el inicio de la curva polínica continua de carrasca indicadora de su extensión en pisos inferiores. Al igual que en la Sierra de Guadarrama, hacia 1000 cal BP, se produce una extensa deforestación del pinar, una expansión de los jarales y un ascenso altitudinal del carrascal y, en menor medida del melojar. Este incremento de *Quercus* tipo *ilex* a 1000 cal

BP podría ser el reflejo de la definitiva formación de dehesas en los llanos, tal y como parece poner en evidencia la secuencia de Prado de la Vega, en la llanura salmantina (Ariño *et al.*, 2002).

En las Sierra Paramera y de Ávila, los pinares dominan la franja altitudinal 1550-1650 m entre 4000 y 1000 cal BP, como demuestran las secuencias de Prado Zorras (36) y Narriles del Rebollar (37) (Andrade *et al.*, 1994). Aunque se detectan actividades antrópicas antiguas a ca. 3500 cal BP, una presión humana más permanente sobre el piso del pinar se inicia con posterioridad a ca. 2000 cal BP. Sin embargo, la deforestación extensiva del pinar y la extensión de brezales y jarales se produce posteriormente, sin una fecha exacta, como consecuencia de la expansión de las actividades ganaderas. Los melojares crecen en este momento en ambas secuencias, y en Prado Zorras (36), estas formaciones pasan a dominar sobre el pinar. Nuevamente, podemos estar presenciando la formación de dehesas en época medieval en el llano y en las vertientes serranas hasta ca. 1500 m de altitud. Así, los diversos registros polínicos del Sistema Central, Extremadura y Submeseta Norte parecen indicar que pudo ser la gestión humana de las dehesas la que conllevó que los *Quercus* se expandiesen en sectores serranos, especialmente a partir del s. XI dC.

En el extremo oriental del Sistema Central, las secuencias de Charco da Candieira y Lagoa Comprida, localizadas aproximadamente a 1400 m en la Serra da Estrela (67), ponen en evidencia la mayor influencia oceánica (van der Knaap y van Leeuwen, 1995). En esta Sierra, el pinar ha jugado un papel secundario en los últimos 12000 años y los *Quercus* dominan los sectores montanos entre 11200 y 3400 cal BP (van der Knaap y Leeuwen, 1995; van den Brink y Janssen, 1985). Una primera fase de deforestación y expansión de brezales ocurre a 6000/6300 cal BP (van der Knaap y van Leeuwen, 1995). Sin embargo, la definitiva desaparición de los rodales de pino en la sierra y la expansión de los brezales en detrimento de los robledales se inicia a 3400 cal BP, probablemente como consecuencia de la explotación antrópica de la Serra de Estrela (van der Knaap y van Leeuwen, 1994). Posteriormente, entre 950 y 750 cal BP, la deforestación ha provocado que tan sólo se conserven reducidos núcleos de robles, quedando la sierra prácticamente cubierta por brezales, jarales y genisteas. Finalmente, el fuerte incremento de *Pinus* en los centímetros superiores de la secuencia es el resultado de las repoblaciones forestales contemporáneas (van der Knaap y van Leeuwen, 1995).

El Sistema Ibérico al sur del río Ebro

En este sector, se han estudiado dos secuencias polínicas en Ojos del Tremedal a 1650 m, en Teruel (40) (Stevenson, 2000), y La Cruz a 1000 m, en Cuenca (20) (Julià *et al.*, 1998). El piso oromediterráneo (40) ocupado actualmente por *Pinus sylvestris* y *P. nigra* ha estado dominado durante los últimos 9000 años por pinares, con una notable presencia de abedules y avellanos. *Betula* presenta períodos de expansión coincidiendo con perturbaciones causadas por incendios (ca. 8600, 6500, 2500 cal BP) dando paso posteriormente a nuevas regeneraciones del pinar. A partir de 6400 cal BP se aprecian las primeras señales de perturbaciones antrópicas que se intensifican a partir de 3100 cal BP y ya posteriormente, a partir de 1830 cal BP. Los últimos 1500 años se caracterizan por un dominio del pinar.

A menor altitud, en el piso supramediterráneo ocupado actualmente por *Pinus nigra* y *Juniperus thurifera*, la secuencia de La Cruz (20) evidencia, entre ca. 2000 y 800 cal BP, un menor desarrollo del pinar y una mayor presencia de carrascas y *Juniperus thurifera*. Hace 800 años, y coincidiendo con una fase de incendios recurrentes, el pinar pasa a ser dominante en detrimento de *Quercus* y *Juniperus* (Julià *et al.*, 1998).

El litoral mediterráneo (Levantino-Catalán)

Las llanuras litorales al sur del río Ebro estuvieron ampliamente ocupadas por pinares con anterioridad a 8500 cal BP, como evidencia la secuencia de Amposta (41) (Follieri *et al.*, 2000). A partir de esta fecha, los pinares se retraen y *Quercus caducifolia* y *Quercus* tipo *ilex* ganan espacios tanto en los llanos como en las vertientes de las sierras litorales. En Amposta y Torreblanca (38) (Dupré *et al.*, 1994), los pinares dominan los llanos hasta los últimos 2000/1000 cal BP, pero otros sectores litorales como Casablanca (39), son colonizados por *Quercus* entre 5000 y los 4000 cal BP aproximadamente, para retraerse ante una posterior expansión del pinar (Parra, 1983). Durante los últimos 8000 años, habitaban en todo el litoral levantino-catalán otros taxones caducifolios además del roble, tales como *Corylus avellana* o *Betula*. Se aprecia, incluso, un eco de poblaciones de haya y abeto localizadas en las sierras interiores. Las maquias litorales de *Olea*, *Pistacia*, *Phillyrea* y *Erica* están presentes desde 8000 cal BP con un período de mayor expansión entre 6000 y 4500 cal BP. El diagrama de Amposta (41) permite establecer una cronología fiable al proceso de antropización de estos medios litorales (Follieri *et al.*, 2000). Así, a partir de 3500 cal BP se incrementan los brezales y los taxones herbáceos nitrófilos, mientras que el bosque empieza a retroceder a partir de 2150 cal BP. Los pinares litorales se verán especialmente afectados por las actividades productivas, principalmente ganaderas, a partir de 1700 cal BP y muy especialmente a partir de 1320 cal BP. A partir de 1100 cal BP, los pinares se recuperan, paralelamente a la expansión del cultivo del olivar al pie y vertientes bajas de las sierras litorales (Follieri *et al.*, 2000).

Entre el río Ebro y el río Llobregat, las secuencias de Creixell (68) (Burjachs y Schulte, 2003), Cubelles (42) (Riera y Esteban, 1997) i Mercabarna (43) (Riera, 1995) muestran una menor presencia de los pinares litorales y un mayor peso a partir de 7000

cal BP del bosque mixto de encina y roble. En este tramo del litoral, aunque la encina domina sobre los taxones caducifolios, éstos últimos tienen una mayor presencia que en el sector levantino. La maquia termófila está bien representada, especialmente entre 6000 y 5000/4000 cal BP. En el sector sur del LLano de Barcelona, la acción humana favoreció la expansión del boj a partir de 4500 cal BP (Riera, 1995) pero en los llanos situados más al sur, al igual que en Amposta, la acción humana empieza a hacerse sensible con posterioridad a 2300 cal BP (Riera y Esteban, 1997). En Cubelles (42), la deforestación causada por incendios forestales se acentúa a partir de 1700 cal BP y es máxima hacia 1400 cal BP. Como en Amposta, con posterioridad a 1000 cal BP, los pinares se regeneran mientras tiene lugar una expansión oleícola.

Los robledales dominaron durante el Holoceno medio el litoral entre el río Llobregat y el Empordà. Las secuencias del delta del Río Besós (44) (Riera y Esteban, 1994; Riera y Palet, 2005) y Sobrestany (46) (Parra, 1988) evidencian, entre 9000 y 3450 cal BP, un bosque dominado por robles y otras especies caducifolias como avellanos, con una escasa presencia del pinar y del encinar. A partir de los 3450 cal BP, el robledal deja paso a un bosque mixto de roble y encina y los pinares crecen. El haya y el abeto ocupan sectores de umbría en las elevaciones interiores. La deforestación, consecuencia de incendios frecuentes, se inicia a partir de 1550 cal BP y se intensifica a partir de 1370 cal BP favoreciendo la formación de matorrales de brezos y jaras. La reforestación, que se inicia a partir de 1000 cal BP, da lugar a bosques ya totalmente dominados por la encina, con un sotobosque de brezos. A partir de 750 cal BP, los cultivos olivareros ocupan amplios sectores en las vertientes de las sierra litorales ahora aterrazadas (Riera y Palet, 2005).

Cercano al llano del Empordà, pero en un sector más interior, la secuencia de Banyoles (45) a 170 m de altitud, muestra la expansión del roble y del avellano a expensas de los pinares con posterioridad a 9200 cal BP (Pérez y Julià, 1994). Los robles dominan el sector entre 8000 y 7500 cal BP, momento en que el abeto pasa a ocupar el llano, descendiendo por tanto hasta cotas muy bajas. Los abetos dejan paso nuevamente a los robles con una notable presencia de encinas a partir de 5000 cal BP.

El Valle del Ebro

El medio vegetal en sectores semiáridos del Valle del Ebro estuvo dominado hasta ca. 9500 cal BP, por formaciones de *Juniperus thurifera*, mientras que los pinares se localizan probablemente en las estribaciones del Sistema Ibérico (53, 54, 56, 57) (Davis, 1994). A partir de esta fecha, los pinares penetran en el valle y suplantán a *Juniperus thurifera*, dominando la vegetación del sector hasta ca. 1400 cal BP (Davis, 1994; Valero-Garcés *et al.*, 2000). Durante esta larga fase forestal, unas condiciones climáticas menos continentales favorecieron una limitada expansión del encinar entre 9500 y 8100 cal BP. La deforestación del pinar se produce a partir de 1400 cal BP como consecuencia de los incendios forestales, hecho que favorece la reintroducción de *Juniperus*. En los últimos 300 años, se aprecia una continuada reducción del pinar en favor de *Juniperus* y de carrasca, así como una notable expansión del cultivo oleícola.

El Prepirineo

En este sector, se dispone de secuencias en medios climáticamente diferentes. El lago de Estanya en Huesca (760 m) (58) (Riera *et al.*, 2004) se localiza en un medio mediterráneo mientras que las secuencias de Pla de l'Estany (520 m) (48) (Burjachs, 1994) y Sidera/Les Palanques (440 m) (49) (Pérez-Obiol, 1988), en la Garrotxa, se localizan en un sector de clima de tendencia atlántica.

En la Garrotxa, entre 8000 y 5000 cal BP, los robledales son dominantes, con una notable presencia de *Corylus avellana* y *Acer* entre 8600 y 7500 cal BP. La presencia de *Pinus* es muy variable en diagramas cercanos, demostrando una distribución heterogénea, pero localmente importante. Los abetos se extienden con posterioridad a 7500 cal BP, al igual que sucedía en la cercana secuencia de Banyoles, localizada sin embargo a 170 m, alcanzando un máximo desarrollo a partir de 6000 cal BP. A pesar de esta expansión del abeto, y contrariamente a lo que sucede en cotas inferiores, en la Garrotxa los robles y los avellanos continúan dominando sectores de llano y baja montaña. A partir de ca. 3500 cal BP, el haya se desarrolla en el sector a expensas de los robledales y los avellanos. Paralelamente, los pinares se expanden lentamente, probablemente como consecuencia de perturbaciones antrópicas, como demuestra también la expansión simultánea de los brezales. La definitiva deforestación de las especies caducifolias y del abeto se produce en 1600/1500 cal BP, favoreciendo un crecimiento de pinares, brezales y la expansión del cultivo del olivo en cotas inferiores.

En el prepirineo central, la secuencia de Estanya (58) muestra, entre 1700 y 1130 cal BP, la existencia de un bosque dominado por especies caducifolias (*Quercus faginea*, *Corylus avellana*, *Fagus*, *Betula*) con una notable presencia de la carrasca (Riera *et al.*, 2004). Una importante deforestación causada por frecuentes incendios tiene lugar entre 1130 y 875 cal BP, posteriormente a la cual, se regenera un bosque dominado por la carrasca. Una nueva deforestación se inicia a 730 cal BP, favoreciendo la expansión del boj, de *Juniperus* y del pinar. Esta segunda fase de deforestación se corresponde con un período de fuerte expansión agrícola. La máxima extensión de los cultivos y la mínima superficie forestal se alcanza entre 590 y 370 cal BP. En los últimos 200 años de la secuencia, los pinares, carrascas, quejigares y *Juniperus* se regeneran.

El Pirineo

En el Pirineo central catalán, la secuencia del Estany de Burg (69) localizada a una altitud de 1821 m (Pèlachs, 2004) evidencia que este piso estuvo dominado por el abedul, el avellano y el olmo entre 10500 y 5200 cal BP. Durante este período, el piso del pinar se localiza a mayor altitud mientras que los robledales se desarrollan a menor altitud. A partir de 5200/5000 cal BP, momento en que empiezan a detectarse las primeras acciones antrópicas, *Betula*, *Corylus avellana* y *Ulmus* se reducen a la vez que crecen *Juniperus* y *Abies*; este último alcanza su máxima extensión hace 3000 años. A partir de 2800 cal BP, se produce una deforestación del abetal y del bosque caducifolio y una extensión del pinar, un hecho común a las secuencias del Pallars (69, 51), así como un aumento de los indicadores de ganadería y agricultura.

Los registros situados a mayor altitud, como Maurà (2220 m) y Pla de l'Orri (2150 m) (50) en la Cerdanya francesa (Galop, 1998) y Estany Redó (2105 m) (51) en el Pallars (Catalán *et al.*, 2000) evidencian el dominio del pinar en estas altitudes durante los últimos 12000 años (Catalán *et al.*, 2000). Sin embargo, en el Pirineo Central catalán, los valores de pino son inferiores a los documentados en la Cerdanya. Entre 7000 y 2500 cal BP, el pino se reduce sensiblemente en Estany Redó mientras que en Maurà/Pla de l'Orri continuó dominando ampliamente hasta 850 cal BP, momento en que se vio afectado por deforestaciones extensas. En Estany Redó, entre 9500 y 2500 cal BP, las formaciones caducifolias de *Corylus avellana*, *Quercus caducifolios* y *Betula* están instaladas en los pisos inferiores. A partir de 5500 cal BP, los abetales ascienden en altitud y a 4000 cal BP descienden nuevamente, coincidiendo con cambios en el piso caducifolio, donde el roble y el avellano son ahora substituidos por el hayedo. En los diagramas del Pallars (69, 51) queda registrado el eco polínico de los encinares que penetran por los valles. La deforestación antrópica del pinar tiene lugar, en el Pirineo Central, hace aproximadamente 1200 años, mientras que en la Cerdanya se produjo con posterioridad, entre 800 y 700 cal BP (Catalán *et al.*, 2000; Galop, 1998).

En el Pirineo Central aragonés, a altitudes relativamente bajas (Paul de Búbal, 1115 m) (70), los pinares dominaron la media montaña hasta ca. 10000 cal BP, si bien a partir de 11500 cal BP, los abedules empiezan a ocupar sectores próximos. Los *Quercus* ascienden en altitud a partir de 11500 cal BP y los avellanos, a partir de 10000 cal BP (Montserrat, 1992). A partir de ca. 10000 cal BP, los pinares decrecen y esta franja altitudinal pasa a estar dominada por abedules, avellanos y, a menor altitud, por robledales.

A mayor altitud, el Ibón de Tramacastilla (1682 m) (71) evidencia una menor presencia del pinar a lo largo de todo el Holoceno, con una fase inicial de dominio del abedul, del avellano y del olmo y la instalación del roble entre 9000/8000 y 5000 cal BP (Montserrat, 1992). *Abies* se expande hace unos 7000 años. El tramo superior del diagrama pone de manifiesto la deforestación de los taxones caducifolios en 1500/1400 cal BP, como consecuencia de la expansión de pasturas, si bien el haya y el abeto se ven en menor medida afectados por esta gestión humana del medio.

A 2000 m de altitud, la secuencia de Portalet (52) evidencia el dominio del pinar hasta ca. 9500 cal BP (González-Sampérez, 2004). Con posterioridad a una breve fase de expansión del abedular, estas altitudes son ocupadas por avellanos a partir de ca. 8200 cal BP, y posteriormente por robledales. Los carrascales penetran por el valle hasta cotas relativamente altas.

El Sistema Ibérico Norte

Las Sierra de la Cebollera y Picos de Urbión constituyen macizos montañosos en la transición entre las regiones mediterránea y eurosiberiana. A una altitud de 1470 m, Quintanar de la Sierra (62) (Peñalba, 1994), pone en evidencia que los actuales pinares de *Pinus sylvestris* que ocupan estas altitudes fueron dominantes a lo largo de prácticamente todo el Holoceno, desde hace 10500 años. Tan sólo en un período posterior a 3250 cal BP, los bosques caducifolios formados por robles, hayas y abedules, y posteriormente los brezales, desplazan a los pinares. El tramo superior de la secuencia, con una cronología incierta, evidencia una reexpansión del pinar y una retracción del bosque caducifolio y del brezal.

Entre 1750 y 1850 m de altitud, las secuencias de Hoyos de Iregua en la Sierra de la Cebollera (61) (Gil García *et al.*, 2002), la Laguna Negra en Picos de Urbión (66) (Allen *et al.*, 2001) y el lago de las Pardillas (59) (Sánchez-Goñi y Hannon, 1999) muestran que los pinares, aún ocupando importantes áreas a lo largo del Holoceno, no alcanzaron la misma extensión que a altitudes inferiores.

Hacia los 1750 m de altitud, en la Sierra de la Cebollera (61) (Gil García *et al.*, 2002), los abedules y avellanos ocupan importantes extensiones desde inicios del Holoceno hasta 5800 cal BP. A partir de este momento, los pinares, abedulares y avellanos se retraen extendiéndose los hayedos, los robles, *Juniperus* y los brezales.

A una altitud similar, la laguna Negra en Picos de Urbión (66) muestra la substitución del pinar por el abedular en un primer momento (10600 cal BP), y por el robledal posteriormente (10300 cal BP). Los robles predominan en el sector hasta que, hacia 3000 cal BP, empiezan a retraerse en favor de abedulares, hayedos y brezales. El arranque de la curva continua del olivo permite apuntar que la máxima deforestación del sector se produce entre 1500/1000 cal BP (Allen *et al.*, 2001).

En los Picos de Urbión (60) (Gómez-Lobo, 1993), a una altitud de 1820 m, los pinares, que fueron dominantes entre 7700 y 7000 cal BP, son substituidos con posterioridad a esta fecha por el abedular hasta que, hacia 3000 cal BP, los pinares vuelven a colonizar estas altitudes. En este momento, en los pisos inferiores supramediterráneos, el hayedo substituye al robledal que había predominado desde los 7000 cal BP. La deforestación del sector tiene lugar hacia el año 1000 cal BP, momento en que se documenta la máxima expansión del brezal como resultado de las actividades ganaderas de los sectores altimontanos (Gómez-Lobo, 1993).

Burgos

En el sector suroriental de la Cordillera Cantábrica, en el límite entre el bioclima mediterráneo y atlántico, se dispone de un conjunto de secuencias (63): Valle de la Nava a 870 m (Menéndez Amor, 1968), La Piedra a 950 m (Muñoz Sobrino *et al.*, 1996), San Mamés de Abar a 920 m (Iriarte *et al.*, 2002) y Huidrobo a 835 m (Iriarte *et al.*, 2003).

El dominio del pinar finaliza en La Nava hacia 9600 cal BP, momento en que el robledal se instala en el sector acompañado de otros taxones caducifolios como *Fagus*, *Betula* y *Corylus avellana*. Entre 9600 cal BP y aproximadamente 4500 cal BP, los pinares y las formaciones caducifolias coexisten. En San Mamés de Abar, el pinar y el robledal tienen una menor presencia y los abedulares juegan un papel importante hasta una fecha incierta, posterior a 8000 cal BP.

Los últimos 4000 años se caracterizan por una presencia limitada del pinar (Iriarte *et al.*, 2003), por una limitada expansión de robledales y hayedos y por la expansión de los brezales. Durante los últimos 2000/1000 años, el pinar desaparece y los brezales pasan a ser las formaciones dominantes.

Sanabria

La región de Sanabria corresponde nuevamente a un sector de transición entre el bioclima mediterráneo y atlántico. Las secuencias de Sanabria (64) evidencian que, hasta ca. 9000 cal BP, los abedulares y pinares ocuparon estos sectores localizados a 1100 m de altitud (Muñoz Sobrino *et al.*, 2004). Con posterioridad, los robles pasan a ser dominantes con una presencia secundaria del abedul y del pino (Muñoz Sobrino *et al.*, 2004). Sin embargo, registros próximos al lago de Sanabria ponen de manifiesto que esta substitución pudo producirse con anterioridad, hacia 11000 cal BP (Allen *et al.*, 1996; Muñoz Sobrino *et al.*, 2004). Los pinares vuelven a decrecer hacia 4000 cal BP, momento en que el robledal pasa a dominar el paisaje vegetal (Muñoz Sobrino *et al.*, 2004). Los niveles superiores de las secuencias evidencian una extensa deforestación del pinar, abedular y robledal, paralelamente a una extensión de la agricultura

A mayor altitud (1608 m) y en un medio de clima atlántico, La Laguna de Roya (65) (Allen *et al.*, 1996) muestra el dominio del abedular hasta ca. 10200 cal BP, momento en que los robledales se expanden, acompañados de *Pinus*, *Corylus avellana*, *Fraxinus* y *Ulmus*. Al igual que había sucedido e menor altitud, a partir de 3000 cal BP, los *Quercus* se imponen sobre los abedules y los pinares, mientras que, a partir de 1260 cal BP, los robles se retraen, los pinares desaparecen y los abedulares pasan a ser dominantes (Allen *et al.*, 1996).

Nota: ver numeración y Localización de las secuencias polínicas en la **Figura 2**. [Volver](#)

Referencias

- Allen, J.R.M., Huntley, B. y Watts, W.A. 1996. The vegetation and climate of northwest Iberia over the last 14.000 yr. *Journal of Quaternary Science*, 11: 125-147.
- Allen, J.R.M., von Engelbrechten, S., Mitchell, F. y Huntley, B. 2001. A comparison of three European Holocene lacustrine palaeovegetation records at ca. 42°N. *Terra Nostra*, 2001/2: 11-18.
- Andrade, A., Dorado, M. y Ruiz Zapata, B. 1994. Estudio comparativo de la evolución de la vegetación a partir del tránsito Subboreal-Subatlántico en las sierras abulenses (Ávila, Sistema Central, España). En: *Trabajos de Palinología básica y Plicada, X imposio de Palinología APLE*: 247-261.
- Andrade, A., Arnaz, A. M., Dorado, M., Gil, M.J., Franco, F., López, P., López, J.A., Macías, R., Pedraza, J., Ruiz, B. y Uzquiano, P. 1997. El Paisaje vegetal de la Comunidad de Madrid durante el Holoceno Final. *Monografía Serie Arqueología, Paleontología y Etnografía*, vol. 5. Ed. Consejería de Educación y Cultura de la Comunidad Autónoma de Madrid. Madrid. 201 pp.
- Ariño, E., Riera, S. y Rodríguez, J. 2002. De Roma al Medioevo. Estructuras de hábitat y evolución del paisaje vegetal en el

territorio de Salamanca. *Zephyrus*, 55: 283-309.

Burjachs, F. 1994. Palynology of the Upper Pleistocene and Holocene of the North-East Iberian Peninsula: Pla de l'Estany (Catalonia). *Historical Biology*, 9: 17-33.

Burjachs, F., Giralt, S., Riera, S., Roca, J.R. y Julià, R. 1996. Evolución paleoclimática durante el último ciclo glaciar en la vertiente mediterránea de la Península Ibérica. *Notes de Geografia Física*, 25: 21-39.

Burjachs, F., Giralt, S., Roca, J.R., Seret, G. y Julià, R. 1997. Palinología holocénica y desertización en el Mediterráneo Occidental. En: J.J. Ibáñez, B.L. Blas-Valero, C. Machado (eds.), *El paisaje mediterráneo a través del Espacio y el Tiempo*: 379-394.

Burjachs Casas, F. y Schulte, L. 2003. El paisatge vegetal del Penedès entre la Prehistoria i el Món Antic. In Paisatges antics a la Mediterrània i a la Cossetania oriental. En: J. Guitart, J.M. Palet, M. Prevosti (eds.), *Territoris antics a la Mediterrània i a la Cossetania oriental*. Actes del Simposi Internacional d'Arqueologia del Baix Penedès: 249-254. Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya,

Carrión, J.S. 2002. Patterns and processes of Late Quaternary environmental change in a montane region of southwestern Europe. *Quaternary Science Review*, 21: 2047-2066.

Carrión, J. S. 2003. Sobresaltos en el bosque mediterráneo: incidencia de las perturbaciones observables a escala paleoecológica. [Ecosistemas, XII \(3\)](#).

Carrión, J.S. y Van Geel, B. 1999. Fine-resolution Upper Weichselian and Holocene palynological record from Navarrès (Valencia, Spain) and a discussion about factors of Mediterranean forest succession. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 106: 209-236.

Carrión, J.S., Andrade, A., Bennett, K.D., Munuera, M. y Navarro, C. 2001a. Crossing forest thresholds. Inertia and collapse in a Holocene sequence from south-central Spain. *The Holocene*, 11: 635-653.

Carrión, J.S., Munuera, M., Dupré, M. y Andrade, A. 2001b. Abrupt vegetation changes in the Segura Mountains of southern Spain during the Holocene. *Journal of Ecology*, 89: 783-797.

Carrión, J.S., Sánchez-Gómez, P. y Mota, J. 2003. Holocene vegetation dynamics, fire and grazing in the Sierra de Gádor, southern Spain. *The Holocene*, 13: 839-849.

Carrión, J.S., Yll, E.I., Willis, K.J. y Sánchez, P. 2004) Holocene forest history in the eastern plateaux in the Segura Mountains (Murcia, southeastern Spain). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 132: 219-236.

Catalán, J., Pérez-Obiol, R. y Pla, S. 2000. Canvis climàtics a Aigüestortes durant els darrers 15.000 anys. V *Jornades sobre Recerca al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici*: 45-51.

Davis, B.A.S., 1994. *Paleolimnology et Holocene environmental change from endoreic lakes in the Ebro basin, North-East Spain*. Ph.D. University Newcastle Upon Tyne.

De Beaulieu, J.L., Miras, Y., Andrieu-Ponel, V. y Guiter, F. 2005. Vegetation dynamics in north-western Mediterranean regions: instability of the Mediterranean bioclimate. *Plant Biosystems* 139 (2): 114-126.

Dorado, M., Valdeolmillos, A., Ruiz Zapata, B., Gil García, M.J. y Bustamante, I. 2002. Climatic changes since the Late-glacial/Holocene transition in La Mancha Plain (South-central Iberian Peninsula, Spain) and their incidence on Las Tablas de Daimiel marshlands. *Quaternary International*, 93-94: 73-84.

Dupré, M., Pérez-Obiol, R. y Roure, J.M. 1994. Análisis polínico del sondeo TU de la turbera de Torreblanca (Castellón, España). En: *Trabajos de Palinología básica y aplicada, APLE*: 165-174.

Dupré, M., Fumanal, M.P., Martínez Gallego, J., Pérez Obiol, R., Roure, J.M. y Usera, J. 1996. The 'Laguna de San Benito' (Valencia, Spain): paleoenvironmental reconstruction of an endorrheic system. *Quaternaire*, 7: 177-186.

Esteban, A. 1996. Evolución del paisaje nevadense durante los últimos 1500 años a partir del análisis polínico de borreguiles.

1ª Conferencia Internacional Sierra Nevada: 251-273.

Follieri, M., Roure J.M., Giardini, M., Magri, D., Narcisi, B., Pantaleón-Cano, J., Pérez-Obiol, R., Sadori, L y Yll, E.I., 2000. Desertification trends in Spain et Italy based on pollen analysis. En: P. Balabanis, D. Peter, A. Ghazi et M.Tsogas (eds.), *Mediterranean Desertification Research results and policy implications*: 33-44. European Commission

Franco, F., García-Antón, M. y Sainz-Ollero, H. 1997. Impacto antrópico y dinámica de la vegetación durante los últimos 2000 años BP en la vertiente septentrional de la Sierra de Gredos: Navarredonda (Ávila, España). *Révue de Paléobiologie de Genève*, 16 (1): 29-45.

Franco, F., García-Antón, M. y Sainz-Ollero, H. 1998. Vegetation dyanmics and human impact in the Sierra de Guadarrama. *The Holocene* 8: 69-82.

Franco-Múgica, F., García-Antón, M., Maldonado-Ruiz, J., Morla-Juaristi, C. y Sainz-Ollero, H. 2001a. The Holocene history of *Pinus* forests in the Spanish Northern Meseta. *The Holocene*, 11: 343-358.

Franco, F., García-Antón, M., Maldonado-Ruiz, J., Morla-Juaristi, C. y Sainz-Ollero, H. 2001b. Evolución de la vegetación en el sector septentrional del Macizo de Ayllón (Sistema Central). Análisis polínico de la turbera de Pelagallinas. *Anales del Jardín Botánico*, 59 (1): 113-124.

Franco-Múgica, F., García-Antón, M., Maldonado-Ruiz, J., Morla-Juaristi, C. y Sainz-Ollero, H. 2005. Ancient forest on inland dunes in the Spanish northern meseta. *Quaternary Research*, 63: 1-14.

Galop, D. 1998. *La Forêt, l'homme et le troupeau dans les Pyrénées. 6000 ans d'histoire de l'environnement entre Garonne et Méditerranée*. Geode, Lab. d'Écologie Terrestre, FRAMESPA. Toulouse. 285 pp.

García Antón, M., Morla, C., Ruiz Zapata, B. y Sainz Ollero, H. 1986. Contribución al conocimiento del paisaje vegetal holoceno en la submeseta sur ibérica: análisis polínico de sedimentos higroturbosos en el campo de Calatrava (Ciudad Real, España). En: F. López-Vera (ed.), *Proceedings of the Symposium on Climatic Fluctuations during the Quaternary in the Western Mediterranean regions*: 189-204.

García-Antón, M., Franco, F., Maldonado-Ruiz, J., Morla-Juaristi, C. y Sainz-Ollero, H. 1995. Una secuencia polínica en Quintana Reonda (Soria). Evolución holocena del tapiz vegetal en el Sistema Ibérico Septentrional. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 52: 187-195.

Gil García, M.J., Tomás las Heras, R. y Ruiz Zapata, B. 1993. Paléovégétation pendant le Quaternaire Récent dans le Puerto de Morcuera 'Col de Morcuera' (Système Central, Espagne). *Le Quaternaire*, 4 (1): 31-37.

Gil García, M.J., Dorado, M., Valdeolmillos, A. y Ruiz Zapata, B. 2002. Late-glacial and Holocene palaeoclimatic record from Sierra de Cebollera (northern Iberian Range, Spain). *Quaternary International*, 93-94: 13-18.

Giralt, S., Burjachs, F., Roca, J.R. y Julià, R. 1999. Late Glacial to Early Holocene environmental adjustment in the Mediterranean semi-arid zone of the Salines playa-lake (Alacant, Spain). *Journal of Paleolimnology*, 21: 449-460.

Gómez-Lobo, A. 1993. *Historia de la vegetación durante los últimos 15.000 años en los Picos de Urbión (Soria), en base al análisis polínico*. Tesis Doctoral, Universidad de Alcalá de Henares.

González-Sampériz, P. 2004. *Evolción paleoambiental del sector central de la cuenca del Ebro durante el Pleistoceno superior y el Holoceno*. Instituto Pirenaico de Ecología, Dpto. Ciencias de la Antigüedad, Universidad de Zaragoza. Zaragoza, 210 pp.

Iriarte, M.J., Muñoz Sobrino, C., Ramil Rego, P. y Rodríguez Guitián, M.A. (2002). Análisis palinológico de la turbera de San Mamés de Abar (Burgos). En: M.A. Fombella, D. Fernández y R.M. Valencia (eds.), *Palinología: diversidad y aplicaciones*: 87-93. Public Universidad de León.

Iriarte, M.J., Ramil-Rego, P. y Muñoz-Sobrino, C. 2003. El registro postglaciar de dos turberas situadas en el Norte de la provincia de Burgos. *Polen*, 13: 55-68.

Julià, R., Burjachs, F., Dasí, M.J., Mezquita, F., Miracle, M.R., Roca, J.R., Seret, G. y Vicente, E. 1998. Meromixis origin and recent trophic evolution in the Spanish mountain lake La Cruz. *Aquatic Sciences*, 60: 279-299.

Julià, R., Riera, S. y Burjachs, F. 2001. Holocene short events in the Iberian Peninsula based on pollen records. *Terra Nostra* 2001/2: 42-49.

Las Encinas Project. <http://www.staff.ncl.ac.uk/ian.boomer/las.encinas>

Menendez Amor, J. y Florschütz 1961. Contribución al conocimiento de la historia de la vegetación en España durante el Cuaternario. Resultado del análisis palinológico de algunas series de muestras de turba, arcilla y otros sedimentos en los alrededores de: I. Puebla de Sanabria (Zamora); II. Buelna (Asturias); Vivero (Galicia) y en Levante. *Estudios Geológicos*, 17: 83-99.

Menéndez Amor, J. 1968. Estudio espora-polinico de una turbera en el Valle de la Nava (provincia de Burgos). *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat. Secc. Geol.*, 66: 35-39.

Montserrat, J. 1992. Evolución glacial y postglacial del clima y la vegetación en la vertiente sur del Pirineo: estudio palinológico. *Monografías del Instituto Pirenaico de Ecología* 6. Zaragoza, 147 pp.

Muñoz Sobrino, C., Ramil Rego, P., Delibes, G. y Rojo Guerra, M. 1996. Datos paleobotánicos sobre la turbera de la Piedra (Páramo de Tozo, Burgos). En: P. Ramil Rego, C. Fernández Rodríguez, M.A. Rodríguez Guitián (Coord.), *Biogeografía Pleistocena-Holocena de la Península Ibérica*: 149-162. Xunta de Galicia, Santiago de Compostela.

Muñoz Sobrino, C., Ramil Rego, P. y Gómez-Orellana, L. 2004. Vegetation of the Lago de Sanabria area (NW Iberia) since the end of the Pleistocene: a palaeoecological reconstruction on the basis of two new pollen sequences. *Vegetation History and Archaeobotany*, 13: 1-22.

Pantaleón-Cano, J., Yll, E.I., Pérez-Obiol, R. y Roure, J.M. 2003. Palynological evidence for vegetational history in semi-arid areas of the Western Mediterranean (Almería, Spain). *The Holocene*, 13: 109-119.

Parra, I., 1983. Análisis polínico del sondaje CA.L. 81-I (Casablanca-Almenara, prov. Castellón). En: N.Solé, M.Suárez (eds.), *Actas del IV Simposio de Palinología*: 433-445.

Parra, I., 1988. *Analyse pollinique du Bassin de Sobrestany (Girona, Catalunya): action anthropique et changements climatiques pendant l'Holocène*. Thèse Université Montpellier.

Pèlach, A. 2004. *Deu mil anys de geohistòria ambiental al Pirineu central català. Aplicació de tècniques paleogeogràfiques per a l'estudi del territori i del paisatge a la Coma de Burg i a la Vallferrera*. Tesis Doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona.

Peñalba, M.C. 1994. The history of Holocene vegetation in northern Spain from pollen analysis. *Journal of Ecology*, 82: 815-832.

Pérez-Obiol, R. 1988. Histoire Tardiglaciaire et Holocène de la végétation de la région volcanique d'Olot (NE Péninsule Ibérique). *Pollen et Sapoires*, 30 (2): 189-202.

Pérez-Obiol, R. y Julià, R. 1994. Climatic change on the Iberian Peninsula recorded in a 30000-yr pollen record from Lake Banyoles. *Quaternary Research*, 41: 91-98.

Pons, A. y Reille, M. 1988. The Holocene and Upper Pleistocene pollen record from Padul (Granada, Spain): a new study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 66: 243-263.

Quézel, P. y Médail, F. 2003. *Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen*. Elsevier.

Riera, S. 1995. *Evolució del paisatge vegetal holocè al Pla de Barcelona, a partir de les dades pol.líniques*. Colecció de Tesis Doctorales microfichadas, núm. 2525. Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Riera, S. y Esteban, A. 1994. Vegetation history et human activity during the last 6000 years on the central Catalan coast (northeastern Iberian Peninsula). *Vegetation History et Archaeobotany*, 3: 7-23.

Riera Mora, S., Esteban, A. y Gomez, A. 1994. El depósito turboso de la Cañada Larga del Cerro del Sotillo (1890 m, Sierra

- de Baza-Filabres). Estudio polínico y geomorfológico: avance preliminar. *Actas de la III Reuniao do Quaternario Iberico*, 2: 49-497.
- Riera, S. y Esteban, A. 1997. Relations homme-milieu végétal pendant les cinq derniers millénaires dans la plaine littorale du Penedès (Nord-Est de la Péninsule Ibérique). *Vie et Milieu*, 47 (1): 53-68.
- Riera, S. y Julià, R. 2002. Holocene environmental vulnerability in the Iberian Peninsula from pollen records: atlantic and mediterranean patterns. En: S. Leroy y I. Stewart (eds.), *Environmental catastrophes and recovery in the Holocene*. Abstracts volume. Brunel University: 70-71. <http://atlas-conferences.com/c/a/i/q/82.htm>
- Riera, S., Wansard, G. y Julià, R. 2004. 2000-yr environmental history of a karstic lake in the Mediterranean Pre-Pyrenees: the Estanya lakes (Spain). *CATENA*, 55: 293-324.
- Riera, S. y Palet, J.M. 2005. Aportaciones de la Palinología a la historia del paisaje mediterráneo: estudio de los sistemas de terrazas en las Sierras Litorales Catalanas desde la perspectiva de la Arqueología Ambiental y del Paisaje. En: Riera, S.; Julià, R. (eds.), *Transdisciplinary approach to a 8,000-yr history of land uses. 1st Workshop of Catalan Network for the Study of Cultural Landscapes and Environmental History*. Serie Monografías del SERP, 5: 55-74.
- Rivas Martínez, S. 1987. *Memoria del mapa de series de vegetación en España*. ICONA, Madrid.
- Sánchez-Goñi, M.F. y Hannon, G.E. 1999. High-altitude vegetational pattern on the Iberian Mountain Chain (north-central Spain) during the Holocene. *The Holocene*, 9: 39-57.
- Stevenson, A.C. 2000. The Holocene forest history of the Montes Universales, Teruel, Spain. *The Holocene*, 10: 603-610.
- Stevenson, A.C. y Harrison, R.J. 1992. Ancient forest in Spain: a model for land-use and dry forest management in South-west Spain from 4000 BC to 1900 AD. *Proceedings of Prehistoric Society*, 58: 227-247.
- Stuiver, M. y Reimer, P.J. *Radiocarbon Calibration Program Calib Rev 5.0.1*. <http://radiocarbon.pa.qub.ac.uk/calib/calib.html>
- Taylor, D.M., Pedley, H.M., Davies, P. y Wright, M.W. 1998. Pollen and mollusc records for environmental change in central Spain during the mid- and late Holocene. *The Holocene*, 8: 605-612.
- Valdeolmillos, A., Martín-Arroyo, T., Dorado, M. y Ruiz Zapata, B. 1996. Estudio polínico de los sedimentos del embalse de Proserpina, Mérida (Badajoz). En: B. Ruiz Zapata (ed.), *Estudios Palinológicos. XI Simposio de Palinología*: 125-130.
- Valero-Garcés, B.L., Navas, A., Machin, J., Stevenson, T. y Davis, B. 2000. Responses of a saline lake ecosystem in a semiarid region to irrigation and climate variability. *Ambio*, 6: 344-350.
- van der Brink, L.M. y Janssen, C.R. 1985. The effect of human activities during cultural phases on the development of montane vegetation in the Serra da Estrela, Portugal. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 44: 193-215.
- van der Knaap, W.O. y van Leeuwen, J.F.N. 1994. Holocene vegetation, human impact, and climatic change in the Serra da Estrela, Portugal. *Dissertationes Botanicae* 234: 497-535.
- van der Knaap, W.O. y van Leeuwen, J.F.N. 1995. Holocene vegetation succession and degradation as responses to climatic change and human activity in the Serra de Estrela, Portugal. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 89: 153-211.
- Yll, E.I., Carrión, J.S., Pantaleón, J., Dupré, M., La Roca, N., Roure, J.M. y Pérez-Obiol, R. 2003. Palinología del Cuaternario reciente en la Laguna de Villena (Alicante). *Anales de Biología*, 25: 65-72.
- Yll, R., Zazo, C., Goy, J.L., Pérez-Obiol, R., Pantaleón-Cano, J., Civis, J., Dabrio, C., González, A., Borja, F., Soler, V., Lario, J., Luque, L., Sierro, F., González-Hernández, F.M., Lezine, A.M., Deneffe, M. y Roure, J.M. 2003. Quaternary palaeoenvironmental changes in South Spain. En: B. Ruiz Zapata et al. (eds.), *Quaternary climatic changes and environmental crises in the Mediterranean region*: 201-213.