

LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS EN LA PERSPECTIVA DE LOS ÚLTIMOS CINCO MILENIOS

Jacobo Ruiz del Castillo

Área de Conservación del Medio Natural
CIT-INIA. Ctra. de La Coruña, km. 7, 28040 Madrid. Tfno.: 347 68 43

RESUMEN

Con base en estudios palinológicos llevados a cabo por el autor y en datos publicados por otros autores se intenta presentar una visión general de los principales cambios ocurridos en los paisajes españoles durante los últimos 5.000 años, periodo con tipos de clima y de vegetación comparables con los actuales y sometido a una intervención humana creciente. Se identifican avances y regresiones de nuestros bosques con episodios climáticos de ámbito general y escala secular.

INTRODUCCIÓN

El deterioro actual de gran parte de nuestros bosques, ciertos cambios de estructura, las dificultades de regeneración de ciertas especies y la tendencia al dominio de otras en nuestros montes son hechos observados que generalmente son atribuidos a un cambio climático.

Aunque las escalas de observación y el grado de conocimiento de los acontecimientos pasados son muy inferiores a los que podemos tener de los hechos actuales es necesaria la perspectiva del tiempo para perfeccionar la información sobre el origen y evolución de nuestros bosques y contribuir a encauzar intentos de predicción de los cambios climáticos y, especialmente, de sus consecuencias sobre la vegetación. Con este fin la Organización Meteorológica Mundial, a partir de la I Conferencia Mundial del Clima en Ginebra (1979), recomienda los estudios paleoclimáticos.

A lo largo de la historia de la Tierra hay continuas evidencias de cambios que han dejado huellas más o menos marcadas, como puede apreciarse en ciertos contrastes estratigráficos, en las formas de erosión, en relieves topográficos, en ciertas formaciones edáficas o en la distribución geográfica de los seres vivos. Muchas de estas huellas responden a cambios climáticos con ritmos e intensidades muy diversos y con amplitud geográfica variable. Prescindimos aquí de las causas -hipotéticas o parcialmente conocidas- que han podido dar lugar a estos cambios y establecer sus periodicidades, mucho más amplias que la etapa aquí tratada.

A partir de la mitad de este siglo la aplicación del método del radiocarbono descubierto por LIBBY (1947) ha permitido datar sedimentos orgánicos depositados en los 40 últimos milenios. Otros métodos radiométricos, como el del Pb210 empiezan a emplearse con éxito en determinados depósitos. A estos progresos se añaden los obtenidos mediante el estudio de la variación de la relación isotópica O18/O16 en conchas de foraminíferos depositadas en fosas abisales, a partir del cual EMILIANI(1955) define para el Cuaternario una veintena de ciclos climáticos que marcan un hito en la paleoclimatología de este periodo. Estudios posteriores (ERICKSON & *al.*,1956; IMBRIE & KIPP, TUREKIAN, 1971) establecen la variación de las temperaturas a lo largo del tiempo en la superficie del mar. El nivel de éste ha ascendido cerca de ciento ochenta metros desde los mínimos térmicos de la última glaciación.

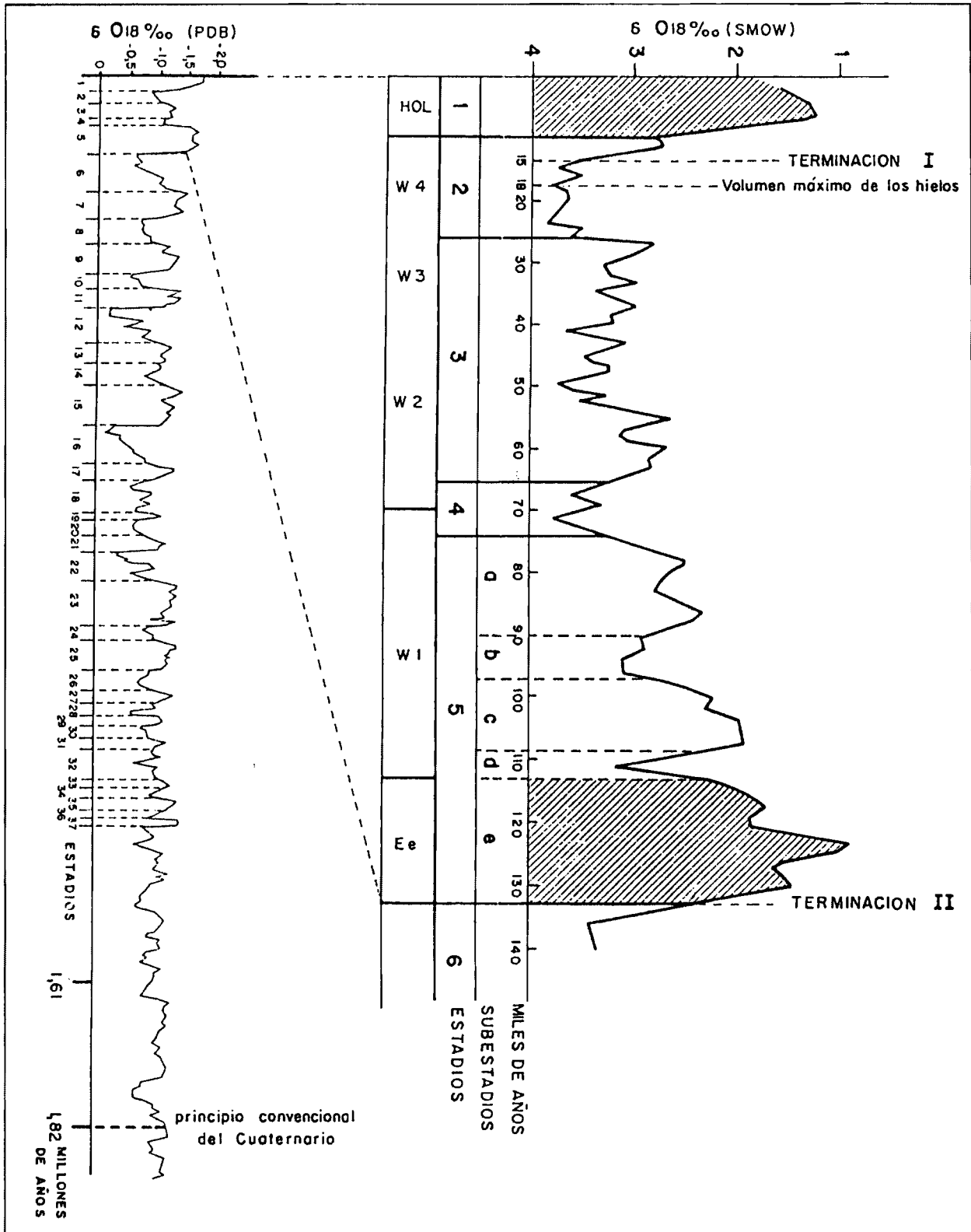


Lámina 1.- A la izquierda los grandes ciclos climáticos a lo largo del Cuaternario, representados por la curva de evolución de la relación 018/016 en sedimentos de foraminíferos en las fosas del Pacífico (Shackleton, 1976). Las depresiones cíclicas corresponden a la acumulación de hielo durante los periodos glaciares. A la derecha gráfico de las variaciones climáticas durante el último ciclo, desde el último interglaciar (Eemiense) hasta el periodo postglaciar actual (Holoceno), obtenido por Paterné en el Mediterráneo Occidental; ambos periodos cálidos los representamos rayados. Tanto en éstos como en el largo periodo glacial pueden observarse bruscas fluctuaciones (V. texto).

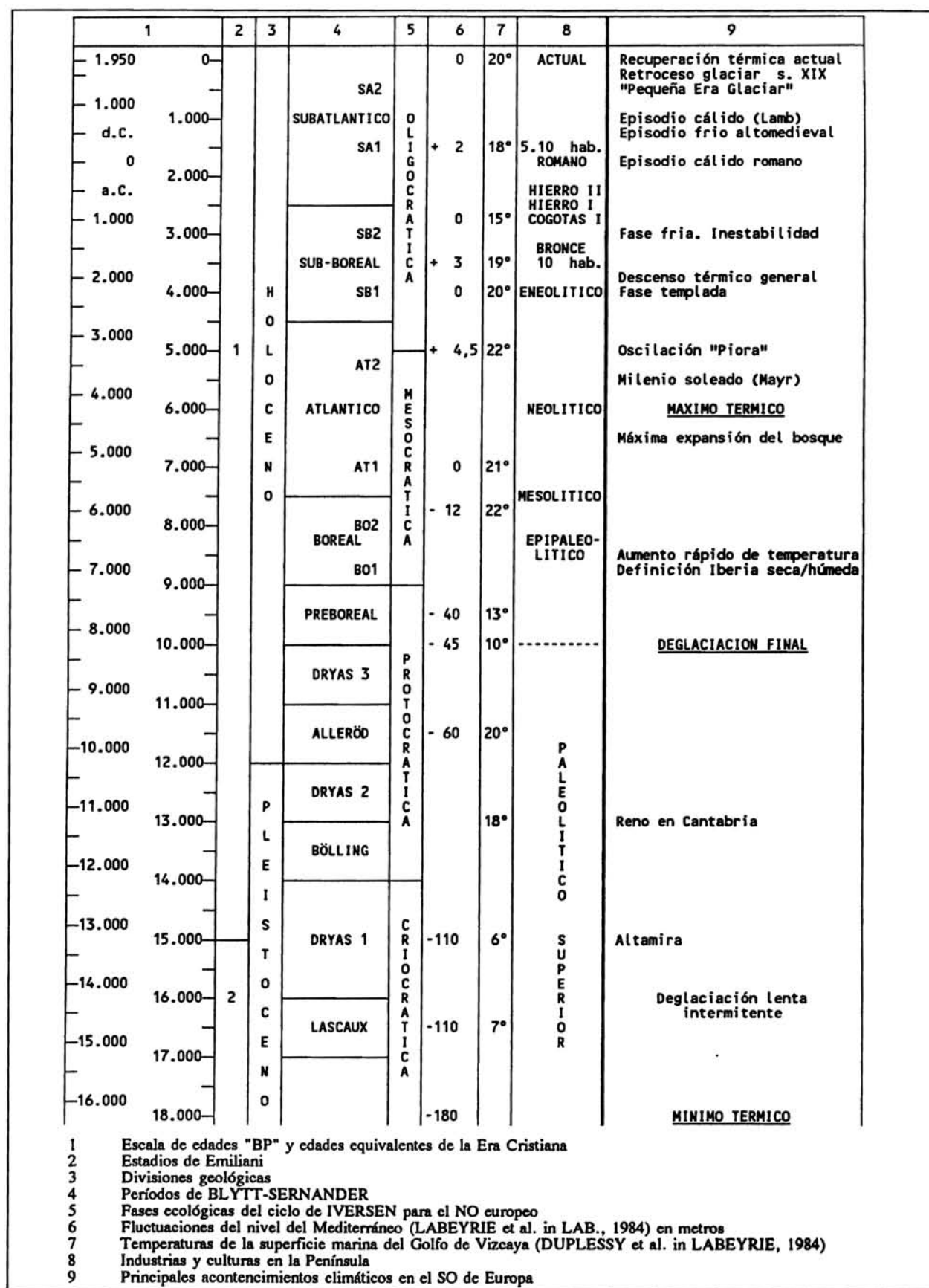


Lámina 2.- Cuadro cronológico del Cuaternario reciente en el Oeste europeo. J. Ruiz del Castillo

Dentro de la macroescala, y con métodos análogos al de EMILIANI, se ha estudiado con mayor detalle el último ciclo, desde el interglaciar Eemiense hasta el tiempo actual (PATERNE, 1982), apreciándose fluctuaciones amplias, pero de periodicidad menos clara. (v. lám. 1).

Estas últimas variaciones pueden ya sugerirnos las dificultades que tal escala ofrece para la previsión, a parte de la inutilidad de su aplicación para predecir el clima de un futuro próximo. Así, situándonos en el estadio postglaciar en el que actualmente nos encontramos (Holoceno) pueden observarse los rasgos correspondientes a un clima templado semejante al del último interglaciar (Eemiense); sin embargo las curvas obtenidas presentan bruscos dientes de sierra cuyo inicio y fin no hubiéramos podido sospechar antes de conocerlos a través de los datos que han servido para diseñarlos. Es decir: en esta escala de estudio la inversión de la tendencia climática se produce con brusquedad y de forma no previsible por tendencias anteriores.

Buen ejemplo de estos cambios bruscos y rápidos han sido los episodios «tardiglaciares» que, en plena deglaciación, hicieron retroceder en gran parte de Europa y de nuestras montañas al bosque que estaba colonizando las tundras y desiertos fríos.

A escala secular los cambios, observados especialmente a través de espectros polínicos, son de menor amplitud; los datos que los reflejan suelen ser más ricos, aunque de significado más sutil y, por su cercanía y similitud, más fácilmente comparables con los actuales. En ellos suele reflejarse además la acción antrópica, delatada frecuentemente por la abundancia de carbón -a veces formando capas definidas y más o menos recurrentes- y tipos de polen de cereal, de plantas ruderales y de heliófilas en general.

Podemos contemplar así, desde la perspectiva del pasado y con el auxilio de distintas técnicas, los cambios sucesivos en diferentes escalas y magnitudes, desde los grandes contrastes citados de los ciclos glacial-interglaciar, que con una duración media de 100.000 años se suceden a lo largo del

Cuaternario, hasta las diferencias anuales -incluso estacionales- que marcan los anillos de crecimiento de un árbol o ciertos sedimentos laminados.

LA VEGETACIÓN POSTGLACIAR

El análisis polínico cuantitativo de sedimentos permite conocer sucesiones de vegetación y relacionarlas con posibles cambios ambientales derivados de fluctuaciones climáticas, tanto locales como globales. Desde un punto de vista estrictamente forestal se extraen además consecuencias de interés sobre la composición, la evolución y el equilibrio de los bosques, la velocidad de colonización de espacios desarbolados la regeneración de las especies y, en ciertos casos, sobre la frecuencia e intensidad de grandes incendios, la existencia de plagas y enfermedades, etc. IUFRO, en su XVIII Congreso Mundial (1983) recomienda, una vez más, «incrementar la investigación sobre la historia de los bosques» considerando que puede servir de valiosa contribución a la mejor comprensión de los factores implicados.

Con base en datos regionales obtenidos por nosotros, especialmente en el Sistema Central y en Extremadura (RUIZ DEL CASTILLO, 1993), contrastados con los de otros muchos autores, presentamos aquí una síntesis de los cambios advertidos en nuestros bosques durante los últimos milenios. Los cambios observados se refieren, especialmente, a la tasa de polen arbóreo (PA) y de determinadas especies. En algunos casos creemos poder deducir cambios de condiciones climáticas que relacionamos con algunas de las producidas en otras regiones de Europa. Antes de referirnos al periodo propuesto de cinco milenios describimos los grandes rasgos de la vegetación postglaciar que le antecede.

La vegetación tardiglacial predominante en la Península (MENÉNDEZ AMOR & FLORSCHÜTZ, 1963) y en la zona del Mediterráneo Norte (BONATTI, 1966) se caracteriza por la abundancia de elementos estépico (especialmente *Ortemisia*) y por la escasa representación del polen arbóreo. El

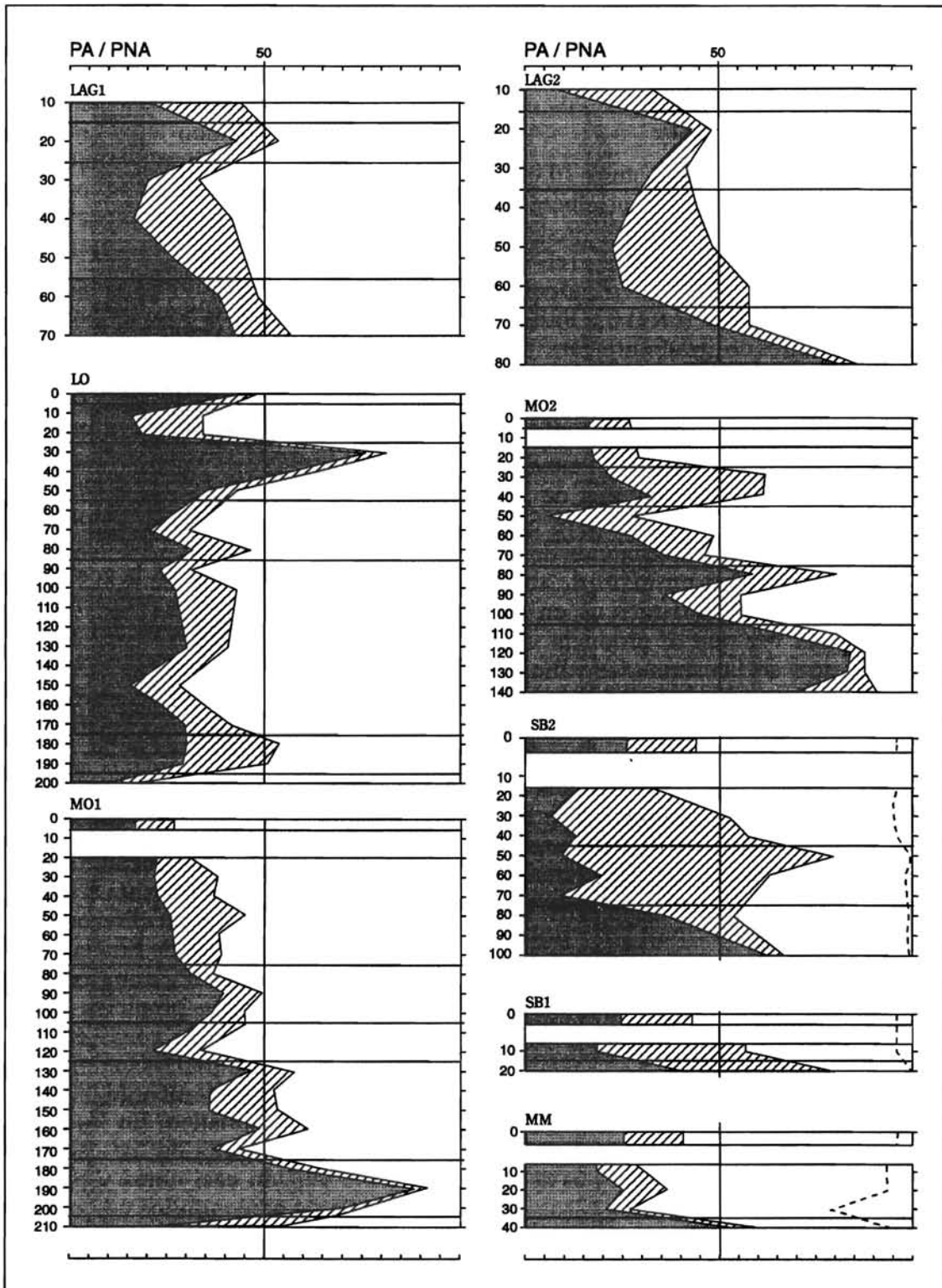


Lámina 3.- Comparación de ocho diagramas PA/PNA obtenidos de yacimientos del Sistema Central. Pueden identificarse máximos y mínimos de ámbito regional dentro de la tendencia regresiva del bosque. El area rayada muestra la evolución del matorral. La línea de puntos la del tipo cereal.

último autor citado atribuye este clima árido y frío a las bajas temperaturas del océano (V.

lám. 2) y, consecuentemente, a una escasa evaporación, que darían lugar a vientos fríos

y secos de procedencia occidental. Bajo este clima, mantenido a lo largo del proceso de deglaciación, tuvieron lugar en las montañas fenómenos periglaciares incompatibles con una vegetación densa y estable.

Tras el Dryas reciente (hace unos 10.000 años), en el SO de Europa, se produce un abrupto cambio climático revelado por los registros polínicos, como ponen de relieve PONS & *al.* (1987); el progresivo calentamiento de la superficie terrestre habría producido un marcado gradiente térmico estival entre el océano y la tierra firme y un desplazamiento de la «zona de convergencia intertropical» hacia el Norte (KUTZBACH, 1983), haciendo variar -aunque fuera suavemente- la estacionalidad de las precipitaciones (SPAULDING, 1991), lo que determinó ya no solo las traslaciones de la vegetación en latitud o en altitud, sino pequeñas diferencias cualitativas en su composición, a la vez que se producía una mayor definición de las llamadas «Iberia seca» e «Iberia húmeda» (FONT TULLOT, 1988). La situación de la Península como zona de transición permite la convivencia de elementos de vegetación procedentes de tipos de clima diferentes, mezclándose los llamados «eurosiberianos» con otros mediterráneos. Los espectros correspondientes a este periodo en zonas de montaña parten generalmente de valores bajos de polen arbóreo, coincidiendo con una fuerte representación de *Gramíneas* y de *Juniperus*, sobre el suelo mineral. El conjunto de indicadores denotan un clima algo más seco que el actual.

En todo caso la expansión del bosque debió producirse con rapidez, al finalizar el periodo glaciario, desde puntos próximos de la meseta, por simple ascenso de los pisos de vegetación -de lo que dan fe los relictos de abedul con chopo temblón y pinos silvestre y salgareño que hemos encontrado en plena meseta (ALLUÉ & RUIZ DEL CASTILLO, 1993)- o por la expansión desde pequeños refugios conservados en las cordilleras a favor de situaciones propicias. Los principales tipos se encontraban ya en la Península desde mucho tiempo antes; especies tan

importantes como *Pinus sylvestris* -reliquia terciaria mediterránea (MIROV, 1967)- parecen haberse originado en ella; MONTSERRAT (1992) comprueba el límite septentrional de este árbol en el Pirineo hace unos 12.000 años, antes de su último avance hacia el centro de Europa por la «tundra» francesa, como recoge el atlas de HUNTLEY Y BIRKS (1983).

El momento del máximo del polen arbóreo en muchos de nuestros bosques puede asimilarse al período «Atlántico» del NO de Europa, con un óptimo forestal entre los años 4000 y 2000 a.C. (6000 a 4000 años BP). La vegetación en las montañas por encima de los 1500 m de altitud se compone sucesivamente de *Juniperus* + *Gramíneas* y de bosques dominados por *Betula* y *Pinus* con presencia notable de *Quercus*, así como de *Ilex*, *Corylus* y *Alnus* en la zona basal (v. lám. 4). Al producirse los sucesivos máximos relativos de PA dominados por *Pinus*, tiende a reaparecer *Betula*. La reducción o inexistencia de un período seco estival haría posible ese máximo en muchas montañas.

CAMBIOS EN LOS ÚLTIMOS CINCO MILENIOS

Ya al fin del óptimo, e iniciado el periodo que aquí tratamos, PLANCHAIS & PARRA (1984) detectan todavía un clima más húmedo que el actual en el SE de Francia entre los años 5.000 y 3.000 BP, mientras que las temperaturas -aun altas- propician la existencia del bosque denso en zonas en las que, por su altura o su latitud, actualmente escasea o ya no existe. Sin embargo hay ya señales de deterioro climático. En las montañas del interior la retirada de los caducifolios (aún en la versión casi única y peculiar de *Betula*) y la de perennifolios como *Ilex* indican: por un lado un acortamiento del período vegetativo estival (WALTER, 1977; PUIG DE FABREGAS, 1978) y, por otro lado, un período de heladas más acusado que ha podido afectar al acebo, como se comprobó con la intensa ola de frío que asoló Europa en 1956 (FERRE, 1957); ambos fenómenos, estival e invernal, pudieron producirse al aumentar en la Península la irregularidad climática, que

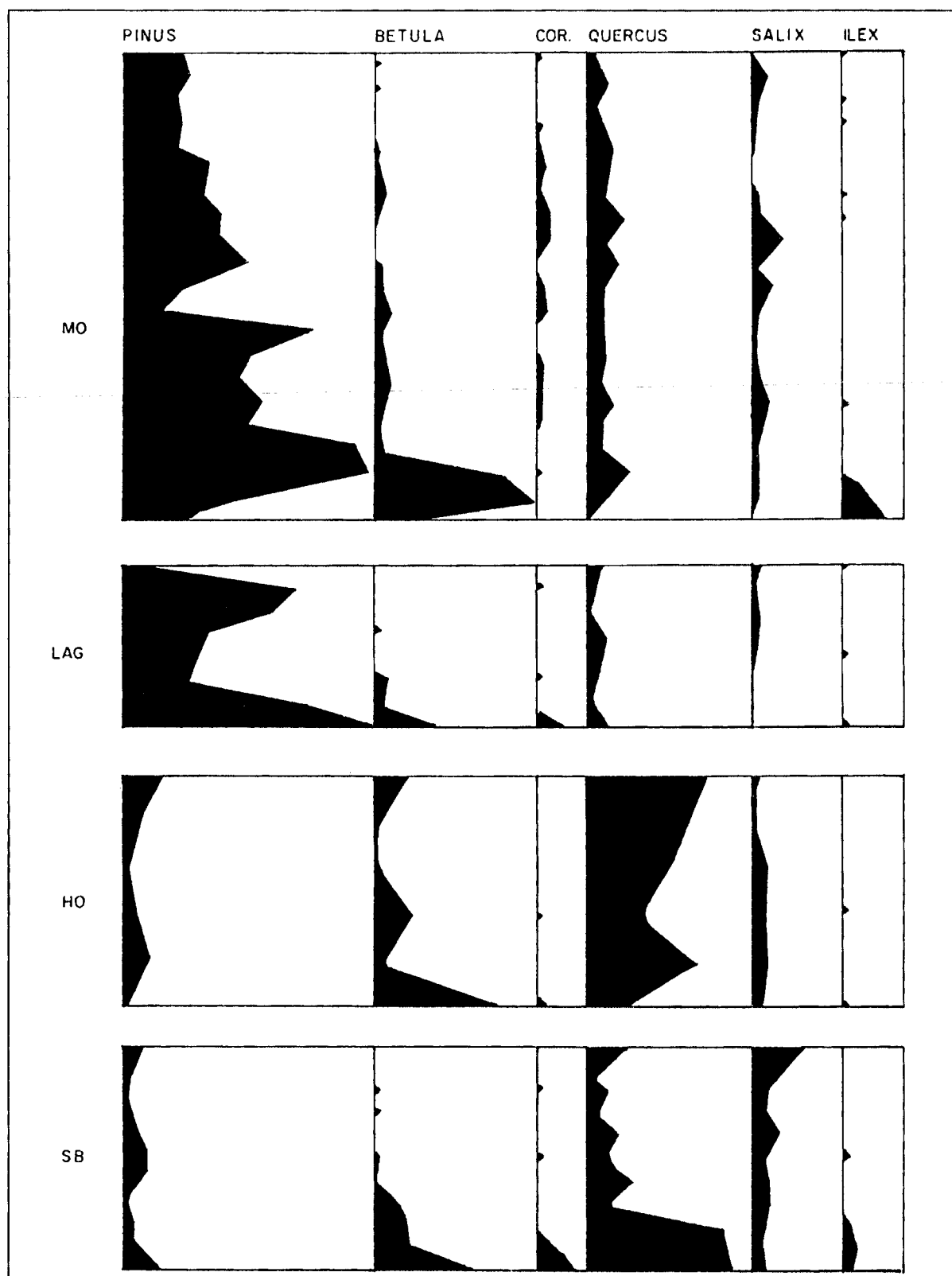


Lámina 4.- Evolución de los espectros de seis tipos arbóreos en cuatro yacimientos del Sistema Central mostrando el dominio de Pinus en los dos más altos (MO y LAG, Guadarrama) frente al de Quercus en los de menores cotas (HO y SB, Ayllón). Se observa en la base de casi todos ellos (hace unos 4000 Años), un cambio climático, con disminución de Betula y de Ilex y retroceso general del arbolado. En la zona más alta es patente el último avance del pinar.

coincide con el «deterioro sub-boreal» descrito por FRENZEL (1966). Esta irregularidad hubo de contribuir -como se ha dicho- a estrechar los límites de las condiciones de vida; pero creemos que afectó, sobre todo, a la regeneración de las especies y, por tanto, a su persistencia en las estaciones más extremas.

El empobrecimiento del bosque debido a unos mayores contrastes térmico y pluviométrico afecta, por tanto, especialmente a las localidades altas del interior; en ellas queda *Pinus* dominando frecuentemente en exclusiva; en su retirada desaparecen, o escasean, los elementos de carácter más atlántico (*Ilex*, *Corylus*, ...) y, poco después, los de requerimientos térmicos e hídricos no sometidos a tan grandes oscilaciones interanuales (*Betula*); en las laderas y zonas bajas serán *Quercus* los árboles dominantes, aunque cedan mucho espacio a las landas de brezo producidas por los incendios.

La recesión térmica «definitiva»- dentro de esta acusada irregularidad climática-comienza a fines de dicho período Sub-boreal, hace unos 3000 años. En gran parte del hemisferio Norte -y concretamente en los Alpes- se presentan dos etapas casi consecutivas de avance glaciario a lo largo de 600 años, marcando el comienzo del período subatlántico (LEROY, 1983). Este largo episodio frío se refleja en nuestros yacimientos en una nueva disminución del PA, con incremento de *Ericaceas* y de heliófilas en general, prueba de una deforestación parcial. Coincide con el retroceso en latitud de varias especies en el N de Europa (GODWIN, 1956).

El «episodio cálido romano», entre los años 2100 y 1600 BP (150 a.C. a 350 d.C.), es uno de los más benignos de los 5000 últimos años en la cuenca mediterránea (FONT TULLOT, o.c.). En el nivel del océano se registra un aumento de la temperatura (LABEYRIE & al. in LABEYRIE, 1984) y, en los Alpes, se comprueba la retirada de los frentes glaciares (MAYR, 1964). En las alturas de las sierras interiores de la Península se produce a la vez un nuevo avance del pinar; por su cronología podemos relacionarlo con máximos análogos que observamos en

distintas regiones, especialmente con el que muestra el de Oteruelo del Valle (VÁZQUEZ & RUIZ, 1988) datado con radiocarbono en 1830 ± 110 años.

Entramos así en un nuevo episodio frío, «altomedieval», que se desarrolla entre los años 400 a 700 d.C. aunque en la Península se prolonga hasta el año 1000 d.C. En Los Alpes el fuerte avance glaciario da lugar a un nuevo nivel detrítico (MAYR o.c.) mientras que DUPLESSY & al. (1981) registran en la superficie del mar de Vizcaya temperaturas medias de 18°C (2° menos que la actual). En muchos de nuestros yacimientos comienza a la vez un nuevo descenso de frecuencias de PA (*Pinus* y *Quercus*), que se prolonga hasta su mínimo absoluto datado en 1.053 años BP (900 dC), lo que confirma la mayor duración del episodio en la Península. En las montañas del interior, a la vez que disminuye el PA aumentan progresivamente *Juniperus*, *Ericáceas* y *Gramíneas* acompañadas de otras heliófilas; pero disminuyen *Betula*, *Plantago* y *Cytisus* y se presenta *Artemisia* en cantidades pequeñas; no parece, por tanto, que estemos ante una deforestación puramente antrópica como generalmente se supone, aunque nos encontramos en pleno período histórico y los signos de intervención humana son patentes en la composición de los espectros y en los restos de carbón.

Al «pequeño episodio cálido» siguiente, entre los siglos X y XI, definido por LAMB (1966), correspondería en las montañas de la mitad Norte una nueva expansión del bosque, corta pero espectacular por lo destacada que aparece en los diagramas (v. lám. 3 y 4). En la región mediterránea este episodio parece producirse con cierto retraso en relación con la Europa central y se manifiesta, principalmente, en una mayor abundancia de precipitaciones, por lo que FONT (o.c.) cree más adecuado darle el calificativo de húmedo; en el centro de Europa parece haber sido un episodio más bien seco (LE ROY, o.c.) y con inviernos suaves. Hay que señalar, en todo caso, que coincide con un despoblamiento acusado de la España central, que durará hasta bien entrada la Reconquista y que hubo de favorecer la expansión del bosque.

La llamada «pequeña era glaciaria», periodo frío de alcance mundial entre los siglos XIV y XVIII, registra en España una irregularidad climática acentuada, con grandes olas de frío, inundaciones, sequías y plagas, constituyendo «el más catastrófico de los tiempos históricos» (FONT TULLOT, o.c.). Para los bosques peninsulares supuso un deterioro, visible en muchos diagramas, especialmente en las zonas más secas y frías. La recuperación térmica iniciada en la Península con el siglo actual a penas se refleja en muchos de los yacimientos, debido a la escasa precisión de la mayoría de las muestras superficiales. Sus efectos quedan además superados, en muchos casos, por la ingente labor repobladora llevada a cabo posteriormente.

En resumen, en este periodo de cinco milenios, tras el óptimo forestal se advierte un cambio climático acentuado, debido seguramente a una mayor irregularidad. Se traduce en un cambio en la composición de los bosques y un deterioro bastante general que no puede atribuirse enteramente a la acción humana, aunque ésta haya contribuido al mismo. Esta tendencia dura hasta la actualidad, pero entrecortada por dos o tres momentos de recuperación -según zonas- que hemos podido relacionar con tres episodios climáticos benignos de ámbito más general.

Creemos de interés subrayar, por un lado **la sensibilidad del bosque** ante las pequeñas oscilaciones que representan los episodios reseñados y, por otro, su **persistencia** y su **capacidad de recuperación** en cuanto mejoran las condiciones. Todo ello teniendo en cuenta las escalas de las observaciones y la resolución temporal del método, que generalmente no pasa de algunas decenas de años. En este sentido, esta perspectiva «telescópica» de los cambios climáticos puede resultar optimista. Para acontecimientos más cortos e inmediatos son más adecuados otros enfoques; pero ambas visiones son compatibles y necesarias para comprender y valorar mejor las fluctuaciones actuales.

CLÍMAS Y VEGETACIÓN. CONCLUSIONES

Para poder establecer analogías entre tipos

de vegetación ha de tratarse, en primer lugar, de combinaciones de estirpes actuales. En cuanto a los climas pasados deben ser comparables a los que conocemos. Por ejemplo para KUTZBACH (1981) el clima del Holoceno temprano, hace de seis a diez miles de años, fue diferente del actual en la estacionalidad, en la insolación (alrededor del 7% mayor a la actual) y en las combinaciones de temperatura y precipitación.

Por estas razones nos referimos a los cinco últimos milenios, periodo mejor conocido, en el que hay datos más abundantes y seguros, en gran parte históricos, y unos climas y tipos de vegetación natural análogos a los actuales; unas y otros presentan además fluctuaciones de suficiente amplitud para poder compararlos con los cambios naturales razonablemente previsibles para un futuro de escala humana.

Hemos descrito cambios en los paisajes e intentado deducir causas que los han producido, basándonos en los ámbitos ecológicos de las formaciones vegetales y de las especies que los componen. Cuando ha sido posible hemos relacionado esos cambios con datos paleoclimáticos conocidos. Las fluctuaciones latitudinales de las áreas de las especies sirven en algunos casos de referencia; pero hay que tener en cuenta otros muchos factores como la velocidad de migración de las especies, la existencia de barreras y la diferente magnitud de las variaciones simultáneas de los valores climáticos a distintas latitudes. La existencia de refugios y relictos, como el ya citado de Cuéllar, pueden ser testigos de los desplazamientos verticales de los pisos de vegetación y sugieren mecanismos de la rápida reforestación natural de las montañas.

En gran parte de los casos observados es claro el hecho del cambio climático como factor que preside otros cambios que afectan al paisaje; sin embargo no siempre es conocido su sentido y pocas veces su magnitud. El problema de la asignación de tipos climáticos a los espectros polínicos obtenidos no está plenamente resuelto. Ha habido numerosos intentos de cuantificar valores paleoclimáticos mediante funciones de transferencia:

vegetación-espectro-clima, como el de SABATIER & VAN CAMPO (1983); pero estas relaciones son muy imperfectamente conocidas. Estimamos que la obtención de valores por dichas técnicas solo puede hacerse -con significado indicativo- para cambios fuertes y ámbitos globales. Hay que tener también aquí en cuenta las diferencias de amplitud de las variaciones en latitud y la importancia desigual de los factores climáticos en las distintas zonas; naturalmente en las áridas son más notables los cambios de humedad y en las altas los de temperatura, como señalan BOLIN & al. (1986).

Para las fluctuaciones climáticas que han podido producir los cambios aquí tratados consideramos más indicado deducir los fitoclimas que corresponderían a los respectivos espectros por analogía con tipos de vegetación actuales. Los modelos fitoclimáticos de ALLUÉ (1990) ofrecen un campo de investigación con posibilidades de homologación más aproximadas a la compleja realidad del conjunto climático.

Por último, creemos de gran interés integrar con estas investigaciones en unos mismos yacimientos los estudios dendrocronológicos, aprovechando los numerosos troncos que aparecen en algunas turberas vistas. Esto permitiría establecer series de datos flotantes remontando los límites alcanzados con árboles vivos y potenciar la interpretación de los respectivos datos obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

ALLUÉ, J.L.; 1990. *Atlas Fitoclimático de España*. Taxonomías. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, INIA Monografías Nº 69. Madrid.

ALLUÉ, M. & RUIZ DEL CASTILLO, J.; 1992. *Betula alba en las proximidades de Cuéllar (Segovia)*. Investigación Agraria, Sistemas y Recursos Forestales, Vol 1-1: 9-

20.

BERGLUND, B.E., ed.; 1986. *Handbook of Holocene palaeoecology and palaeohydrology*. Wiley & Sons, 896 p.

BOLIN, DÖÖS, WARWICK & JÄGER eds.; 1986. *The Greenhouse Effect Climatic Change and Ecosystems*. Scientific Committee on Problems of the Environment. Scope 29 WILEY.

BONATTI, E.; 1966. *North mediterranean climate during the last Würm glaciation*. Nature, 209: 984-985.

BUDYKO, M.I.; 1980. *The Earth's Climate: Past and Future*. Traducción del autor en Internat. Geophysics Series, vol. 29. Academic Press., N.Y., 1982.

DUPLESSY, J.C.; DELIBRIAS, G.; TURON, J.L.; PUJOL, C.; DUPRAT, J.; 1981. *Deglacial warming of the Northeastern Atlantic Ocean: Correlation with the paleoclimatic evolution of the European continent*. Palaeogeology, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 35: 121-144.

EMILIANI, C.; 1955. *Pleistocene temperatures*. The Journal of Geol., 63: 538-578.

EMILIANI, C.; 1972. *Quaternary paleotemperatures and the duration of the high temperature intervals*. Science 178: 398-401.

ERICKSON, D.B.; BROECKER, W.S.; KULP, J.L. & WOLLIN, G.; 1956. *Late Pleistocene climates and deep-sea sediments*. Science, 124: 385-389.

FERRE, Y. de; 1957. *Effects du froid de février 1956 sur les plantes ligneuses dans la région toulousaine*. Bull. Soc. d'Hist. Nat. Trav. du Labor. Forest. Toulouse, t. I vol. V: 89-99.

FONT TULLOT, I.; 1988. *Historia del clima de España*. Cambios climáticos y sus causas. Instituto Nacional de Meteorología, Madrid. 297 p.

FONT TULLOT, I.; 1994. *El «cambio climático» máximo exponente de la acción humana en su ambiente natural*. Boletín de la Asoc. Meteor. Esp., 17: 5-11

- GODWIN, H.; 1956. *The history of the British flora*. Cambridge Univ. Press.
- HUNTLEY, B. & BIRKS, H.J.B.; 1983. *An Atlas of past and present pollen maps for Europa: 0-13000 years ago*. Cambridge Univ. Press.
- IUFRO; 1983. XVII Congreso Mundial. Madrid.
- IVERSEN, J.; 1958. *The bearing of glacial and interglacial epochs on the formation and extinction of plant taxa*. Upsala Univ. Arssk, 6: 210-215.
- KUTZBACH, J.E. & GUETTER, P.J.; 1986. *The influence of changing orbital parameters and surface boundary conditions on climate simulations for the past 18.000 years*. J. Atmos. Sci. 43, 16: 1726-1759.
- LABEYRIE, J.; 1984. *Le cadre paléoclimatique depuis 140.000 ans*. l'Anthropologie, 88, 1:19-48. Paris.
- LAMB, H.H.; 1977. *Climate: Present, past and future*. Methuen, London. 2 vol.
- LE ROY LADURIE, E.; 1983. *Histoire du climat depuis l'an mil. I y II*. Champs-Flammarion, Paris.
- LIBBY, W.F.; 1955. *Radiocarbon dating*. University of Chicago Press.
- MARGALEF, R.; 1956. Oscilaciones del clima postglacial del noroeste de España registradas en los sedimentos de la ría de Vigo. *Zephyrus*, vol. VII: 5-9.
- MAYR, F.; 1964. *Untersuchungen über, Ausmass und Folgen der klima und Gletscherschwankungen seit dem Beginn der Postglazialen Wärmezeit*. Ausgewählte Beispiele aus den Stubaier Alpen in Tyrol. *Zeitschrift für Geomorphologie*.
- MENÉNDEZ AMOR, J. & FLORSCHÜTZ, F.; 1963. *Sur les éléments steppiques dans la végétation quaternaire de l'Espagne*. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.), 61: 121-133.
- MENÉNDEZ AMOR, J. & FLORSCHÜTZ, F.; 1964. *Results of the preliminary palynological investigation of samples from a 50 m boring in Southern Spain*. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.), 62: 251-255.
- MIROV, N.T.; 1967. *The Genus Pinus*. Ronald Press Co., N. York, 602 p.
- MONTSERRAT MARTI, J.M.; 1992. *Evolución glacial y postglacial del clima y la vegetación en la vertiente sur del Pirineo: Estudio palinológico*. C.S.I.C. Monografías del Inst. Pir. Ecol., 6. 147
- ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL; 1979. I Conferencia. Ginebra.
- PLANCHAIS, N. & PARRA, I.; 1984. *Analyses polliniques lagunaires et côtières en Languedoc, en Roussillon et dans la province de Castellón (Espagne); Bioclimatologie*. Bull. Soc. Bot. Fr., 131. Actual. Bot., (2/3/4): 97-105.
- PONS, A.; BEAULIEU, J.L. de; GUIOT, J. & REILLE, M.; 1987. *The younger Dryas in SW Europe: an abrupt climatic change as evidenced from pollen records*. Ed.: W.H. Berger & L.D. Labeyrie: 195-208.
- PUIG DE FABREGAS, J.; 1978. *El abedul en el Pirineo*. Est. Geogr. CSIC. XXXIX, 153: 561.
- RUIZ DE LA TORRE, J.; 1981. *Vegetación natural*. Universidad Politécnica. Madrid. Tratado del Medio Natural. II-20: 9-45.
- RUIZ DEL CASTILLO, J.; 1993. *Análisis palinológico de nueve perfiles turbosos cuaternarios en el sector orirntal del Sistema Central Español*. Universidad Complutense. Madrid (in litt.)
- RUIZ DEL CASTILLO, J.; (inéd.). *Estudio polínico de los fangos del embalse de Proserpina (Mérida)*. Centro de Estudios Hidrográficos. Madrid.
- SABATIER, R. & VAN CAMPO, M.; 1984. *L'analyse en composantes principales de variables instrumentales appliquée à l'estimation des paléoclimats de la Grèce il y a 18.000 ans*. Bull. Soc. Bot. Fr., 131, Actual. Bot. 1984 (2/3/4): 85-96.
- SHACKLETON, N.; 1967. *Oxygen isotope. Analyses and Pleistocene temperatures reassessed*. Nature, 215; 5096: 15-17.

SPAULDING, W.G.; 1991. *Pluvial climatic episodes in North America and North Africa: types and correlation with global climate*. *Palaeog., Palaeocl., Palaeoecology*, 84: 217-227.

SUC, J.P.; 1984. *Origin and evolution of the mediterranean vegetation and climate in Europe*. *Nature*, vol. 307: 429-432.

TUREKIAN, K.K. ed.; 1971. *The late cenozoic glacial ages*. Yale Univ. Press, New Haven. 606 p.

VÁZQUEZ, R. & RUIZ, M.B.; 1992.

Contribución al conocimiento de la historia de la vegetación durante los últimos 2.000 años en la zona oriental de la sierra de Guadarrama (Sistema Central Español) a través del análisis polínico. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Biol.)*, 88 (1-4): 235-250.

WALTER, H.; 1977. *Clima y Vegetación* (Edición española de Vegetationszonen und Klima). Omega.

WULFF, E.V.; 1950. *An Introduction to Historical Plant Geography*. Chronica Botanica Co. Waltham, Massach. 222 p