

Evolución del paisaje vegetal en el sudeste de la Península Ibérica durante el Holoceno a partir del análisis polínico

Se han estudiado palinológicamente dos secuencias sedimentarias recuperadas en el litoral sudoriental de la Península Ibérica. Los datos obtenidos registran una alternancia entre formaciones arbustivas y comunidades estépicas evidenciando la inexistencia de una cobertura forestal importante durante el periodo registrado (ca. 18.000 bp hasta el presente). Entre los 7000 y los 4500 años BP se registra el máximo grado de recubrimiento vegetal. Este periodo finaliza de forma extremadamente abrupta con una transformación radical del paisaje que refleja el establecimiento de las condiciones estépicas que llegan hasta la actualidad, la progresiva marginalización de la maquia y el impacto de intensos procesos erosivos.

Palabras clave: Almería, Desertización, Holoceno, Polen, Refugio

Pollen has been studied from two sedimentary sequences recovered on the southeastern littoral of the Iberian Peninsula. During the period under consideration (ca. 18.000 yr bp up to the present) no significant forest cover existed in the area studied, so that the different phases identified show an alternation of shrub formations and steppe communities. The maximum degree of vegetational cover is recorded between 7000 and 4500 yr bp, period that ends abruptly with a radical transformation of the landscape reflecting the establishment of the current steppe conditions which lead to the marginalization of the maquis and the impact of intense erosional processes.

Key words: Almería, Desertification, Holocene, Pollen, Refuge

INTRODUCCIÓN

La vegetación mediterránea está sujeta en gran medida a las fluctuaciones del régimen climático, experimentando rápidas transformaciones que se traducen en substanciales variaciones de la fisonomía del paisaje y las potencialidades del territorio. De igual manera, el paisaje mediterráneo es sumamente vulnerable al efecto de los procesos erosivos si la cobertura vegetal que lo protege es destruida y el suelo es expuesto a la intensa desecación estival y al arrastre de las lluvias torrenciales otoñales y primaverales. En este contexto en el que cualquier alteración climática, aun reducida, puede inducir una desarticulación de los patrones naturales existentes, la destrucción del hábitat tiene un efecto permanente sobre el paisaje. Este es un modelo que difiere de forma fundamental de los modelos establecidos para la Europa Central y Septentrional tanto en lo que respecta a la cronología como a la entidad de las transformaciones registradas. Con esta perspectiva, este estudio permite obtener una imagen hasta ahora poco conocida de la dinámica de la

vegetación de las zonas áridas de la península Ibérica sobre las cuales existen muy pocos trabajos palinológicos, especialmente en zonas no litorales.

ÁREA DE ESTUDIO

El área sudoriental de la península Ibérica presenta algunas características muy particulares determinadas fundamentalmente por la aridez de su régimen climático, especialmente en las áreas litorales y depresiones interiores. La reducida cobertura vegetal de una amplia porción del territorio es igualmente determinante en la existencia de un paisaje fuertemente influenciado por los agentes erosivos tal como se hace evidente en el característico aspecto semidesértico de amplios territorios, con vertientes esculpidas por la escorrentía y profundas ramblas excavadas en las cuencas sedimentarias. Paralelamente, la existencia de importantes elevaciones montañosas permite la coexistencia en un ámbito territorial relativamente reducido de auténticas islas en las

(*) *Departament de Biologia Animal, de Biologia Vegetal i d'Ecologia. Universitat Autònoma de Barcelona.*

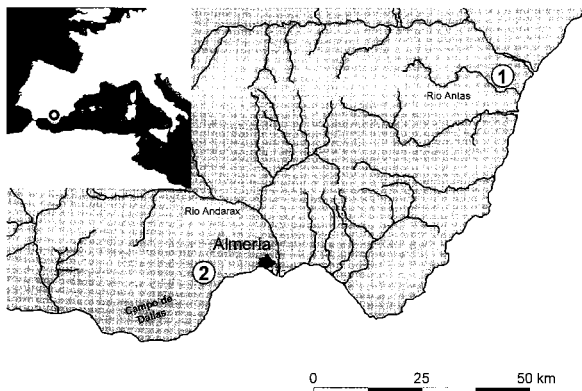


Fig. 1: Localización de las secuencias estudiadas (1: Antas; 2: San Rafael).

cuales las condiciones bioclimáticas existentes permiten la existencia de ecosistemas muy variados.

Las secuencias polínicas que se presentan se sitúan a lo largo de la franja litoral de la provincia de Almería (Fig. 1). La secuencia de Antas está localizada en el sector septentrional de la provincia, en el curso inferior del río Antas, en la cuenca de Vera. La cuenca de Vera, con un área de 500 km², es atravesada por tres cursos fluviales prácticamente secos durante gran parte del año: los ríos Almanzora, Aguas y Antas.

La secuencia de San Rafael se sitúa en una antigua área de marismas en el límite oriental del Campo de Dalías, en el sector meridional de la provincia. Un área de relieve muy suave que limita con las estribaciones meridionales de la sierra de Gádor que con elevaciones superiores a los 2000 metros presenta un importante gradiente altitudinal.

GEOLOGÍA

Geologicamente las áreas estudiadas están incluidas en la unidad estructural constituida por el Sistema Bético. Entre los diversos macizos se localizan las cuencas neógenas y cuaternarias rellenadas con materiales alóctonos desde el Mioceno hasta el Cuaternario.

En la cuenca de Vera, una importante sedimentación marina se deposita a lo largo del Mioceno de forma que los sedimentos más finos se sitúan a lo largo del eje central de la cuenca mientras que los materiales más groseros se distribuyen en las áreas periféricas. Subsecuentemente, durante el Plioceno, la existencia de fenómenos erosivos junto con procesos orogénicos permitieron la aparición de pequeñas áreas marismáticas. Es en este contexto que los cursos fluviales aportan una gran cantidad de aluviones que constituyen el grueso de la sedimentación Cuaternaria hoy día existente en la zona. Por lo que respecta al Campo de Dalías, la llanura que lo constituye es originalmente una plataforma de abrasión marina durante el Cuaternario que subsiguientemente queda

cubierta en gran medida por aluviones procedentes de la Sierra de Gádor. Los sedimentos más finos se concentran en la franja litoral de los sectores central y oriental de la plataforma mientras que los materiales más groseros se sitúan en la zona de contacto con las elevaciones septentrionales de Gádor.

CLIMA

El clima de la costa de Almería es característicamente mediterráneo, con una marcada escasez de precipitaciones anuales que se distribuyen en dos máximos equinociales y una acusada sequía estival. En este caso, junto a una distribución estacional de las precipitaciones sumamente marcada, se dan unos elevados niveles de insolación y evapotranspiración que determinan la existencia de áreas de aridez comparable a amplias zonas norteafricanas. Simultáneamente, la existencia de importantes gradientes altitudinales junto a una orografía que compartimenta en gran medida el territorio crea una gran variabilidad de condiciones locales. En la franja litoral, las temperaturas medias anuales se sitúan entre los 18°C y los 21°C. Las precipitaciones medias anuales están en general por debajo de los 300 mm en las depresiones y cursos fluviales interiores mientras que en el litoral oriental de la provincia no superarían los 250 mm.

VEGETACIÓN

En las zonas bajas, en correspondencia con el piso climático termomediterráneo, pueden distinguirse tres zonas principales de vegetación potencial. En el área litoral, con precipitaciones de alrededor de 300 mm, se extenderían comunidades arbustivas compuestas por *Maytenus senegalensis*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus lycioides*, *Chamaerops humilis*, etc. En lugares de menor pluviometría (170-300 mm), sobre suelos básicos, aparecería un matorral dominado por *Periploca laevigata*, *Pistacia lentiscus* y *Olea europaea* var. *sylvestris*. En posición de menor litoralidad, en áreas de bioclima semi-árido se desarrollaría el matorral esclerófilo de *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea* var. *sylvestris* y *Chamaerops humilis*. Las formaciones de carácter más forestal quedarían relegadas a terrenos propiamente montañosos y consistirían en bosques de *Quercus rotundifolia*. En la actualidad, la presencia de estas formaciones es muy limitada y dispersa restando una vegetación dominada por *Lavandula lanata* y *Thymus longifolius* con la presencia ocasional de *Quercus rotundifolia*.

MATERIAL Y MÉTODOS

La recuperación continua de los testigos sedimentarios utilizados en este estudio se realizó mediante un equipo de sondeo industrial, utilizándose técnicas de rotación o percusión dependiendo del caso. Los materiales extraídos se componen básicamente de arcillas y limos orgánicos con intercalaciones de niveles turbosos. En el caso de Antas, la secuen-

cia obtenida tiene una potencia de 2375 cm mientras que en San Rafael se obtuvo un testigo de 1860 cm.

El análisis físico-químico de las muestras, generalmente tomadas cada 10 cm, se ha basado en el método planteado por Goeury & Beaulieu (1979) con algunas modificaciones introducidas por el Laboratorio de Palinología de la Unitat de Botànica de la U.A.B. En la suma base considerada para el cálculo de las frecuencias relativas no se han incluido aquellos taxones que pudieran considerarse característicos de ambientes locales (Birks and Birks 1980, Moore *et al.* 1991). De esta forma Quenopodiáceas, Asteráceas y plantas acuáticas así como esporas de Pteridófitos y restos algales se han descartado de la suma base que, en general, se ha situado entre los 300 y los 1000 pólenes de taxones terrestres. Las concentraciones polínicas se han calculado según el método volumétrico (Loublier 1978).

Se han realizado un total de diez dataciones radiocarbónicas sobre sedimento orgánico. Tres dataciones de ^{14}C convencional correspondientes a San Rafael: a 245 cm 1450 ± 80 años bp (Beta-77645); a 660 cm 4430 ± 100 años bp (Beta-77646); a 1352 cm 7100 ± 50 años bp (Beta-92461). Tres más por AMS ^{14}C correspondientes a la misma secuencia: a 1536 cm 9250 ± 70 años bp (Beta-92462/AMS-Oxford); a 1700 cm 9980 ± 60 años bp (Beta-95127/AMS-LLNL); a 1850 cm $16,8607 \pm 120$ años bp (Beta-92463/AMS-Oxford). Dos dataciones por AMS ^{14}C correspondientes a Antas: a 40 cm 1390 ± 100 años bp (Beta-80375/CAMS-19066); a 570 cm 6280 ± 60 años bp (Beta-80376/CAMS-19067). Dos dataciones de ^{14}C convencional correspondientes a Antas: a 1115 cm 7730 ± 100 años bp (Beta-92460); a 2190 cm 8690 ± 150 años bp (Beta-65348).

RESULTADOS

Considerando los espectros polínicos obtenidos y la cronología definida por las dataciones radiocarbónicas disponibles, las dos secuencias sedimentarias estudiadas pueden ser fácilmente correlacionadas en función de las tendencias que presentan los diversos conjuntos taxonómicos existentes. Igualmente, aparte de las evidencias obtenidas de la representación porcentual, las fluctuaciones de las concentraciones polínicas detectadas resultan especialmente importantes ya que señalan la existencia de determinadas respuestas que son muy significativas tanto a efectos comparativos como en el establecimiento de la dinámica paisajística de la zona (Pantaleón-Cano *et al.* 1996b). De esta manera, las diferentes zonas polínicas se han establecido de forma que permitiesen correlacionar ambas secuencias según ocho conjuntos polínicos principales que definirían cinco grandes periodos (Fig.2).

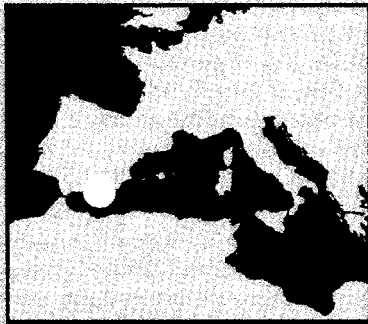
Los registros más antiguos, entre los 18.000 y los 15.000 años bp, muestran un espectro polínico compuesto principalmente por *Olea*, *Quercus* perennifolia y caducifolia y *Pinus*, reflejando la existencia de un ambiente relativamente cálido y húmedo dominado por el componente termófilo,

una notable presencia de elementos caducifolios y, a nivel local, la abundante presencia de taxones higrófilos.

Entre los 15.000 y los 7000 años bp la composición del registro polínico muestra el retroceso del polen arbóreo en favor del incremento del componente estépico. Simultáneamente, la evolución de *Pseudoschizaea*, un palinomorfo de probable origen algal que puede asociarse a la existencia de fenómenos erosivos (Pantaleón-Cano *et al.* 1996a), junto con la expansión de taxones indicativos de procesos edáficos, indicaría un aumento de los procesos erosivos que acompañaría la reducción de la cobertura vegetal del territorio.

El periodo entre los 7000 y los 4500 años bp correspondería a la fase que se ha dado en llamar el Óptimo Holoceno. Durante este periodo, el componente estépico muestra un gran retroceso en relación al incremento del polen arbóreo y de diversos taxones arbustivos. Durante estos momentos, las comunidades arbustivas se desarrollarían ampliamente en las zonas bajas mientras que formaciones forestales de carácter más mesófilo se extenderían en las áreas montañosas interiores.

A partir de los 4500 años bp esta situación cambia radicalmente de forma que todos los componentes del espectro polínico muestran grandes transformaciones, reflejando el establecimiento de unas condiciones ambientales esencialmente áridas y la definitiva instalación de las comunidades estépicas como el elemento más característico del paisaje almeriense. El polen arbóreo muestra una gran disminución, con la práctica desaparición de *Quercus* caducifolia e importantes reducciones en la presencia de *Quercus* perennifolia y *Olea*. Paralelamente, las frecuencias relativas de *Artemisia*, *Ephedra*, *Plantago* y *Asteraceae* experimentan importantes incrementos. Igualmente, *Pseudoschizaea* alcanza valores máximos en relación al colapso de las concentraciones polínicas. Los espectros polínicos correspondientes a los momentos más recientes registrados en las secuencias estudiadas invierten esta tendencia ya que se aprecia una recuperación de las concentraciones polínicas paralela a la disminución de la presencia de *Pseudoschizaea*. Debe señalarse que el aumento de las concentraciones polínicas que caracteriza esta fase viene determinado principalmente por el aumento de las concentraciones de taxones que, como *Artemisia* y *Chenopodiaceae*, son representativos de la extensión e importancia paisajística de las comunidades estépicas. Igualmente, durante este periodo la gran presencia de *Chenopodiaceae* se relacionaría con la formación de los cordones litorales fuertemente halofitizados que existen actualmente en las zonas estudiadas. De esta manera, y ya que en lo que respecta a las frecuencias relativas no se aprecian substanciales diferencias respecto a la etapa anterior, estas modificaciones del espectro polínico respecto al periodo precedente deberían considerarse probablemente como el resultado de cambios en el balance hidrológico de los territorios estudiados de forma que el ritmo de deposición sedimentario, inversamente proporcional a las concentraciones polínicas, experimentaría una notable reducción. En este fenómeno,



ALMERÍA

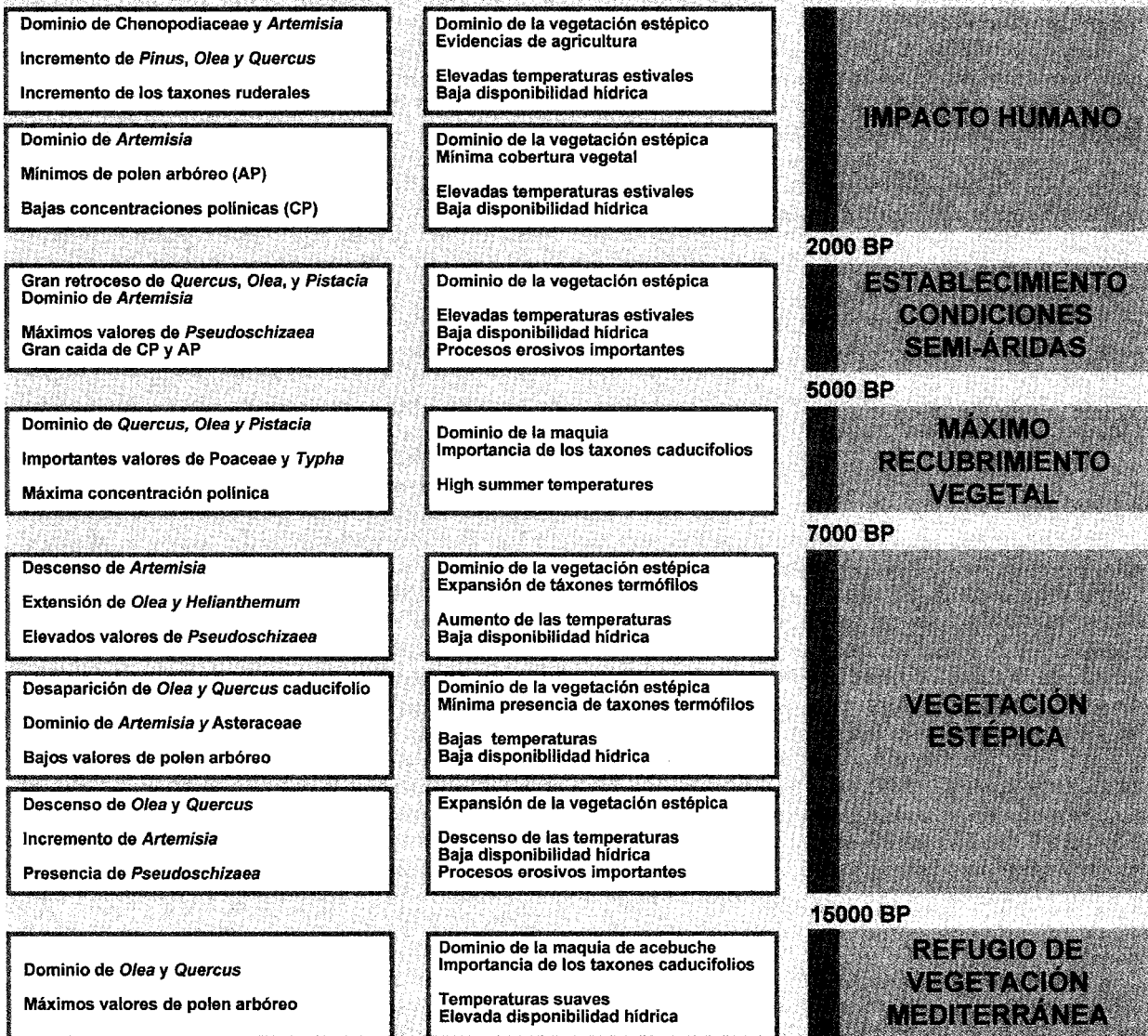


Fig. 2: Principales episodios paleoambientales inferidos a partir de los estudios palinológicos realizados.

estaría implicado tanto un progresivo incremento de la xericidad ambiental como alteraciones debidas a la intervención humana sobre el medio, máxime cuando durante estos momentos existen indicadores tales como la expansión de *Olea* que permitirían, por vez primera en las secuencias, estudiadas observar claramente elementos atribuibles a la existencia de actividades agrícolas en los territorios de estudio.

DISCUSIÓN

En relación a las principales transformaciones paisajísticas detectadas a partir del estudio realizado, el rasgo más característico viene determinado por el hecho de que a lo largo de todo el periodo considerado se aprecia una continuada alternancia entre las comunidades estépicas y arbustivas como elemento definidor de la dinámica vegetal de la zona sin que existan diferencias fundamentales entre los episodios de la misma índole registrados durante el Tardiglacial y el Holoceno. Este patrón resulta altamente significativo ya que parece apuntar que la fisonomía de la vegetación de este área esta claramente vinculada a limitaciones bioclimáticas en las cuáles la disponibilidad hídrica resultaría un factor más decisivo que la dinámica de las temperaturas. En este sentido, el estudio de las concentraciones polínicas en zonas sujetas a un régimen severo de aridez ofrecería una información esencial de cara a la comprensión de los procesos ambientales de aquellas áreas en las cuáles el factor crítico es la capacidad de mantenimiento de las poblaciones. Los resultados obtenidos a este respecto muestran como los momentos de baja concentración polínica son en general coincidentes con fases de obertura del paisaje en los que las frecuencias relativas dominantes se corresponden con taxones no arbóreos representativos a escala local y regional. En cambio, aquellas fases caracterizadas por elevadas concentraciones polínicas parecen relacionarse con porcentajes indicativos de un elevado grado de recubrimiento vegetal, factor decisivo en la reducción de los procesos erosivos. En las secuencias estudiadas, estos máximos se alcanzan en sincronía con el establecimiento de la maquia.

DINÁMICA NATURAL

La idea de que la maquia constituye la formación climática en muchos lugares del Mediterráneo español durante el Holoceno estaría avalada por diversos estudios polínicos realizados durante los últimos años (Yll *et al.* 1995). En el sector nordoriental Riera (1994) señala como en torno a los 7000-8000 años bp la expansión de las comunidades arbustivas no parece estar relacionada con las actividades humanas. Más al sur, se ha registrado igualmente el establecimiento de una maquia dominada por *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Quercus coccifera* y *Pistacia lentiscus* sobre los 7000-6000 años bp en adelante (Fumanal *et al.* 1991, Viñals *et al.* 1993).

En las islas Baleares, entre los 6000 y los 4000 años bp, se aprecia también la progresiva substitución de una vegetación arbustiva mesófila compuesta principalmente por

Corylus y *Buxus* por comunidades arbustivas dominadas por *Olea* (Yll *et al.* 1997, Pérez-Obiol *et al.* 1996).

De igual manera, en muchos otros lugares de la cuenca mediterránea se registran evidencias de la expansión de una vegetación termomediterránea característica de dichas formaciones arbustivas en torno a los mismos momentos (Pantaleón-Cano 1998). Este fenómeno es ciertamente interesante ya que debe apuntarse que, a menudo, la ausencia de formaciones forestales en ciertas áreas del Mediterráneo se ha interpretado desde la óptica de una apertura paisajística debida fundamentalmente a la acción humana. En este sentido, la existencia de causas fundamentalmente climáticas en el intenso proceso de aridificación registrado en las secuencias del litoral almeriense en torno a los 5000 años bp, es una posibilidad que debe sopesarse considerando la situación general del Mediterráneo en esta época. En los trabajos realizados por Riera (1994) en Cataluña, la reducción de los robledales se asocia a un incremento de la sequedad ambiental acaecido entre los 4500 y los 3500 años bp. En el Levante, Fumanal y Dupré (1986) señalan la existencia de importantes procesos erosivos desde el Subboreal en relación a una distribución irregular de las precipitaciones. En la misma zona, Julià *et al.* (1994) hacen hincapié en la existencia de una crisis de aridez en torno a los 5000 años bp considerando este episodio como parte de una dinámica global. En las Baleares, tal como ya se ha señalado, los taxones mesófilos reducen su presencia e incluso desaparecen en algunos casos entre los 5000 y los 4000 años bp (Yll *et al.* 1997). De la misma manera, la existencia de una tendencia a la xericidad a finales del periodo Atlántico también es detectable en muchas otras zonas como en el África septentrional (Ballouche 1986, Brun 1992, Ritchie 1984) o el Próximo Oriente (Horowitz 1971, El-Moslimany 1990, Butzer 1997).

ACCIÓN ANTRÓPICA

Las secuencias estudiadas muestran unas características completamente diferentes a lo que resulta habitual en áreas similares del Oriente Próximo en lo que respecta a la presencia de taxones indicativos de las actividades humanas sobre el paisaje. Mientras que en el Levante mediterráneo ciertos taxones herbáceos (*Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Plantago*, *Centaurea*, *Mercurialis*, *Compositae*, *Poterium*, *Rumex*, *Cerealia*, etc.) muestran claramente un comportamiento influenciado por las actividades humanas a partir de los 4000 años bp (Behre 1981, Bottema 1982, Bottema y Woldring 1990), en Almería no se detectan cambios en el comportamiento de estos taxones directamente atribuibles a la acción antrópica. De igual manera, la dinámica de diversos elementos arbóreos y arbustivos (*Olea*, *Castanea*, *Juglans*, *Vitis*, *Fraxinus*, *Platanus*, etc.), claramente cultivados en el Oriente mediterráneo a partir de los 3000 años bp, no evidencia la existencia, palinológicamente detectable, de prácticas agrícolas hasta periodos mucho más tardíos en las secuencias polínicas estudiadas en el Mediterráneo español (Pantaleón-Cano, en prensa). Esta divergencia entre las

secuencias almerienses estudiadas y los registros polínicos disponibles del Mediterráneo Oriental son tanto más significativas considerando la evolución de la ocupación humana en el área de estudio. La cuenca de Vera y el curso del Almanzora constituyen un importante foco cultural del Mediterráneo Occidental desde mediado el III milenio a.C. en el que se constata el inicio de actividades metalúrgicas y el establecimiento de sistemas de irrigación. En este sentido, la expansión inicial de estos asentamientos podría haberse basado en una economía agrícola de subsistencia dejando en un segundo plano, incluso en momentos posteriores, las actividades metalúrgicas (Gilman 1976). El incremento de la xericidad y la consiguiente reducción de la superficie cultivable podría haber inducido la concentración demográfica y la adopción de técnicas de irrigación que posibilitasen una intensificación productiva, especialmente en lo concerniente al cultivo cerealístico (Chapman 1984). Así no obstante, aunque resulta difícil cuantificar el papel de la agricultura de regadío o secano, cualquiera que fuese el patrón de explotación agrícola sería lógico suponer que una economía basada en la agricultura, la metalurgia y la explotación ganadera como elemento importante debería dejar una marca claramente visible sobre el paisaje. A pesar de ello, aparte de las secuencias almerienses estudiadas, en diversos estudios paleopalinológicos llevados a cabo tanto en el Mediterráneo Occidental como en el Oriental, no se han detectado evidencias de transformaciones paisajísticas importantes atribuibles a la acción antrópica, incluso en zonas de gran densidad demográfica (Horowitz 1971, 1992, Pérez-Obiol 1994).

Las razones de este fenómeno pueden ser diversas pero en cualquier caso reflejarían el limitado impacto de las actividades humanas en el espectro polínico. La intervención humana a nivel local parece ser difícilmente detectable en aquellas áreas en las cuales una determinada respuesta de la vegetación indicativa del impacto antrópico puede igualmente asimilarse a procesos naturales. Así pues, debe considerarse que tanto la naturaleza y la distribución en el tiempo y en el espacio de las formas de explotación económica practicada por los grupos humanos en estas áreas como las características del medio natural en el que se desarrollan son factores decisivos en la mayor o menor dificultad de definición de la extensión y entidad en que esas actividades afectarían el paisaje.

CONCLUSIÓN

A partir de los datos disponibles, una síntesis de los cuáles se presenta en la figura 2, puede plantearse que el sector sudoriental de la península Ibérica se caracterizaría por la entidad de unas comunidades arbustivas dominadas por el acebuche que constituirían desde finales de la última glaciación la vegetación climax del área. En este sentido se hace evidente que determinadas zonas han actuado como refugios de *Olea* y otros taxones termófilos durante los periodos más fríos de la última glaciación, zonas a partir de

las cuales se han expandido a la llegada de condiciones climáticas más favorables. En este contexto *Olea* habría permanecido en aquellas partes del Mediterráneo occidental menos afectadas por los rigores térmicos y la elevada continentalidad de zonas interiores. Una situación similar a la acaecida en otras partes del Mediterráneo tales como el Norte de Palestina donde, alrededor de los 18.000 años bp, se han detectado también valores muy elevados de *Olea* en lo que se ha señalado como un periodo templado y húmedo (Horowitz 1971).

Las secuencias polínicas estudiadas en el litoral almeriense mostrarían también que en los inicios del Holoceno el paisaje estaría dominado por formaciones estépicas que progresivamente cederían paso a la constitución de una maquia bien desarrollada a partir de los 7000 años bp. No obstante, la característica principal de la evolución del paisaje del área litoral almeriense durante el Holoceno vendría dada por la evidencia de la existencia de dos grandes fases. Una primera de elevado recubrimiento vegetal con una gran extensión de las comunidades arbustivas y una segunda en la que, a partir de los 5000 años bp se desarrollaría una dramática deforestación del territorio acompañada por intensos procesos erosivos y la instalación de formaciones estépicas. Sería esta última transformación la que marcaría el inicio del establecimiento de las condiciones semi-áridas que caracterizan estos territorios en el presente. En este sentido, las evidencias polínicas no permiten situar en el origen de este proceso las actividades humanas que probablemente sólo constituyen una variable más, de baja intensidad, en la transformación del paisaje vegetal, un paisaje que en el caso del litoral almeriense parece responder principalmente a procesos de aridificación determinados por una dinámica climática global.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto de la Unión Europea *Characterization of the Aridity Processes on Mediterranean Europe. Protection and Management Guidelines* (ENV4-CT95-0062).

BIBLIOGRAFÍA

- BALLOUCHE, A. 1986. *Paleoenvironnements de l'homme fossile au Maroc. Apports de la palynologie*. Tesis doctoral inédita, Université de Bordeaux I.
- BEHRE, K. E. 1981. The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen et Spores*, 23: 225-245.
- BIRKS, H.J.B. Y BIRKS, H.H. 1980. *Quaternary Palaeoecology*. Edward Arnold.
- BOTTEMA, S. 1982. Palynological investigations in Greece with special reference to pollen as an indicator of human activity. *Palaeohistoria*, 24: 257-289.
- BOTTEMA, S. Y WOLDRING, H. 1990. Anthropogenic indicators in the pollen record of the Eastern Mediterranean. En S. Bottema, G. Entjes-Nieborg y W. van Zeist (eds.) *Man's Role in the Shaping of The Eastern Mediterranean Landscape*: 231-264. Balkema.
- BRUN, A. 1992. Pollens dans les séries marines du Golfe de Gabes et

- du Plateau des Kerkennah (Tunisie): signaux climatiques et anthropiques. *Quaternaire*, 3 (1): 31-39.
- BURJACHS, F. Y JULIÀ, R. 1994. Abrupt Climatic Changes during the Last Glaciation Based on Pollen Analysis of the Abric Romani, Catalonia, Spain. *Quaternary Research*, 4: 308-315.
- BURJACHS, F., PÉREZ-OBÍOL, R., ROURE, J.M. Y JULIÀ, R. 1994. Dinámica de la vegetación durante el Holoceno en la isla de Mallorca. En I. Mateu, M. Dupré, J. Güemes y M.E. Burgaz (eds.) *Trabajos de palinología básica y aplicada*: 199-210. Universitat de València.
- BUTZER, K.W. 1997. Sociopolitical Discontinuity in the Near East C.2200 B.C.E.: Scenarios from Palestine and Egypt. En H. Nüzhet Dalles, G. Kukla y H. Weis (eds.) *Third Millennium BC Climate Change and Old World Collapse*: 245-296. NATO ASI Series, Vol 1. 49, Springer-Verlag.
- CARRIÓN, J.S. 1992. Late Quaternary pollen sequence from Carihuela Cave, southeastern Spain. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 71: 37-77.
- CHAPMAN, R. W. 1984. Early metallurgy in Iberia and the west Mediterranean: innovation, adoption and production. En W.H. Waldren, R.W. Chapman, J. Lewthwaite, y R.C. Kennard (eds.) *The Deya Conference Prehistory*: 139-165. BAR International Series 229.
- DUPRÉ, M., PÉREZ-OBÍOL, R. Y ROURE, J.M. 1994. Análisis polínico del sondeo TU de la turbera de Torreblanca (Castellón, España). En I. Mateu, M. Dupré, J. Güemes y M.E. Burgaz (eds.) *Trabajos de palinología básica y aplicada*: 165-174. Universitat de València.
- EL-MOSLIMANY, A.P. 1990. Ecological significance of common nonaraboreal pollen: examples from drylands of the Middle East. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 64: 343-350.
- FUMANAL, M.P. Y DUPRÉ, M. 1986. Aportaciones de la sedimentología y de la palinología al conocimiento del paleoambiente valenciano durante el Holoceno. En F. López-Vera (ed.) *Quaternary Climate in Western Mediterranean*: 325-343. Universidad Autónoma de Madrid.
- FUMANAL, M.P., VILLAVEVERDE, V. Y BERNABEU, J. 1991. Cuaternario litoral de la provincia de Alicante sector Pego-Moraira. En *Guía de excursiones, Medios sedimentarios, cambios ambientales y hábitat humano*: 21-78. VIII Reunión Nacional sobre Cuaternario, València.
- GILMAN, A. 1976. Bronze Age dynamics in southeast Spain. *Dialectical Anthropology*, 22: 307-319.
- GOEURY, CL., Y BEAULIEU, J.L. 1979. À propos de la concentration du pollen à l'aide de la liqueur de Thoulet dans les sédiments minéraux. *Pollen et Spores*, 21 (1-2): 239-251.
- HOROWITZ, A. 1971. Climatic and vegetational developments in northeastern Israel during Upper Pleistocene-Holocene times. *Pollen et Spores*, 13, (2): 255-278.
- HOROWITZ, A. 1992. *Palynology of Arid Lands*. Elsevier.
- JULIÀ, R., NÉGENDANK, F.W., SERET, G., BRAUER, A., BURJACHS, F., ENDRES, CH., GIRALT, S., PARÉS, J.M. Y ROCA, J.R. 1994. Holocene climatic change and desertification in the Western Mediterranean region. En *Terra Nostra. Climate dynamics recorded in long continental high resolution time series since the last interglacial*: 81-83. Schriften der Alfred-Wegener-Stiftung, 1/94.
- LOUBLIER, Y. 1978. *Application de l'analyse pollinique à l'étude du paléoenvironnement du remplissage würmien de la grotte de l'Arbreda (Espagne)*. Tesis doctoral inédita. Université des Sciences et Techniques du Languedoc.
- MOORE, P.D., WEBB, J.A. Y COLLINSON, M.E. 1991. *Pollen analysis*. Blackwell Scientific Publications.
- PANTALEÓN-CANO, J. En prensa. Reconstrucción ambiental mediante la palinología. *Investigación y Ciencia*.
- PANTALEÓN-CANO, J. 1998. *Estudi palinològic de sediments litorals de la província d'Almeria. Transformacions del paisatge vegetal dins un territori semiàrid*. Tesis doctoral. Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona
- PANTALEÓN-CANO, J., PÉREZ-OBÍOL, R., YLL, E.I. Y ROURE, J.M. 1996a. Significado de *Pseudoschizaea* en las secuencias sedimentarias de la vertiente mediterránea de la Península Ibérica e Islas Baleares. En B. Ruiz-Zapata (ed.) *Estudios palinológicos*: 101-105. Universidad de Alcalá de Henares.
- PANTALEÓN-CANO, J., PÉREZ-OBÍOL, R., YLL, E.I. Y ROURE, J.M. 1996b. Las concentraciones polínicas en medios semiáridos. Su importancia en la interpretación de la evolución del paisaje. En P. Ramil-Rego, C. Fernández Rodríguez y M. Rodríguez Guitián (eds.) *Biogeografía Pleistocena-Holocena de la Península Ibérica*: 215-226. Xunta de Galicia.
- PÉREZ-OBÍOL, R. 1994. Análisis polínicos de sedimentos lacustres y de suelos de ocupación de la Draga (Banyoles, Pla de l'Estany). En I. Mateu, M. Dupré, J. Güemes, y M.E. Burgaz (eds.) *Trabajos de palinología básica y aplicada*: 277-284. Universitat de València.
- PÉREZ-OBÍOL, R. Y JULIÀ, R. 1994. Climatic Change on the Iberian Peninsula Recorded in a 30,000-Yr Pollen Record from Lake Banyoles. *Quaternary Research*, 41: 91-98.
- PÉREZ-OBÍOL, R., YLL, E.I., PANTALEÓN-CANO, J. Y ROURE, J.M. 1996. Historia de *Buxus* y *Corylus* en las Islas Baleares durante el Holoceno. En P. Ramil-Rego, C. Fernández Rodríguez y M. Rodríguez Guitián (eds.) *Biogeografía Pleistocena-Holocena de la Península Ibérica*: 87-97. Xunta de Galicia.
- 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.
- RIERA, S. 1994. *Evolució del paisatge vegetal holocè al Pla de Barcelona a partir de les dades polAlíniques*. Tesis doctoral inédita. Universitat de Barcelona.
- RIERA, S. Y ESTEBAN, A. 1994. Vegetation history and human activity during the last 6000 years on the central Catalan coast (northeastern Iberian Peninsula). *Veg. Hist. Archaeobot.*, 3: 7-23.
- RITCHIE, J.C. 1984. Analyse pollinique de sédiments holocènes supérieurs des Hauts Plateaux du Maghreb oriental. *Pollen et Spores*, 26 (3-4): 489-496.
- VIÑALS, M. J., BELLUOMINI, G., FUMANAL, M. P., DUPRÉ, M., USERA, J., MESTRES, J. Y MANFRA, L. 1993. Rasgos paleoambientales en la Bahía de Xàbia (Alicante). En M.P. Fumanal y J. Bernabeu (eds.) *Estudios sobre el Cuaternario*: 107-114. Universitat de València.
- YLL, E.I., PÉREZ-OBÍOL, R. Y JULIÀ, R. 1994. Vegetational change in the Balearic Islands (Spain) during the Holocene. *Historical Biology*, 9: 83-89.
- YLL, E.I., PANTALEÓN-CANO, J., PÉREZ-OBÍOL, R. Y ROURE, J.M. 1996. Importancia de *Olea* en el paisaje vegetal del litoral mediterráneo durante el Holoceno. En P. Ramil-Rego, C. Fernández Rodríguez y M. Rodríguez Guitián (eds.) *Biogeografía Pleistocena-Holocena de la Península Ibérica*: 116-134. Xunta de Galicia.
- YLL, E.I., PÉREZ-OBÍOL, R., PANTALEÓN-CANO, J. Y ROURE, J. M. 1997. Palynological Evidence for Climatic Change and Human Activity during the Holocene in Minorca (Balearic Islands). *Quaternary Research*, 48: 339-347.