

Reconstrucción morfosedimentaria y fito-geográfica del tramo medio del río Jarama (Madrid, España) durante la segunda mitad del Holoceno. Estudio preliminar.

Morphosedimentary and phytogeography reconstruction of the middle section of the river Jarama (Madrid, Spain) during the second half of the Holocene.

ALONSO, A.; FRANCO F.; GARCIA ANTON M.; GARZON G.; GOMEZ MANZANEQUE F.; MORLA C. y SANCHEZ HERNANDO L. J.

Two sites located on the alluvial plain of the Jarama River, near Madrid, Spain, have been studied using geological, palynological and xylological techniques. Uniquely for this region, numerous wood subfossils of *Alnus* and *Ulmus* have been found together with an strobile of *Pinus halepensis*. This has allowed the establishment of a coherent radiocarbon chronology, which demonstrates that these sedimentary environments began to develop during the mid-Holocene. The dated sediments, which also contains appreciable amounts of pollen, have been deposited upon older palaeosols which has in turn developed directly on the geological substrate. Palynological analyses of these levels have provided valuable insights into the floristic composition of the communities associated with the different biotopes present in the area. As a result of these multiproxy analyses an interpretation of Holocene landscape history and vegetation dynamics is presented.

Key words: Phytogeography, sedimentology, fluvial reconstruction. Holocene.

ALONSO, A. Lab. de Xeoloxía. Fac. de Ciencias. Universidade de A Coruña. 15071 A Coruña

FRANCO F. y GARCIA ANTON M. Unidad de Botánica. Dpto. de Biología. Universidad Autónoma. 28049 Madrid.

GARZON G. Fac. de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense. 28040 Madrid.

GOMEZ MANZANEQUE F.; MORLA C. y SANCHEZ HERNANDO L. J. Unidad de Botánica. Dpto. de Silvopascicultura. E.T.S.I. de Montes. Universidad Politécnica. 28040 Madrid.

INTRODUCCION

La vegetación ligada a los cauces de los ríos del centro de la Península Ibérica en el Holoceno es prácticamente desconocida. Debido a las características frecuentemente torrenciales y erosivas de los ríos, la preservación de macrorrestos de las especies ribereñas es difícil, y los registros polínicos en ese tipo de biotopos muy escasos. Por otro lado, se da una marcada polaridad geográfica, ya que los estudios palinológicos realizados por el momento se restringen o bien a turberas situadas en la mayoría de los casos en áreas de montaña y/o ligadas a redes de drenaje confinadas, o bien a zonas lagunares en condiciones áridas y evaporíticas, por lo que son prácticamente inexistentes los datos sobre las riberas de las redes fluviales activas en la zona intermedia entre la montaña y el centro de la cuenca. En conjunto puede decirse que, para el Cuaternario final, la reconstrucción paisajística de la meseta meridional ibérica es muy limitada e incompleta. Por ello ha resultado de especial interés el hallazgo de numerosos restos vegetales en la base de la secuencia sedimentaria holocena que forman la vega del río Jarama, en Madrid (Fig.1). El estudio de estos materiales, así como la reconstrucción de su contexto ambiental y paleogeográfico, constituye el objetivo central del presente trabajo. Así, se caracterizan los restos vegetales encontrados y se analiza el contenido polínico de los niveles muestreados de la secuencia sedimentaria holocena y, en función de los mismos, se aborda la interpretación del entorno paisajístico (vegetal) en el área así

como su evolución a lo largo del periodo establecido por la cronología.

Los objetivos parciales se pueden concretar en la determinación de las maderas subfósiles y estróbilo colectado, junto a la obtención de espectros polínicos de los niveles muestreados y delimitación taxonómica de pólenes. La aproximación a las características estructurales y florísticas de la vegetación ribereña y diferencias apreciadas en la misma a lo largo del periodo considerado, permitirán la descripción de los tipos de paisaje vegetal propios del entorno de los yacimientos y de su variabilidad en el último tercio del Holoceno. Asimismo, se delimitan las relaciones con los resultados obtenidos en los escasos trabajos existentes relativos al paisaje holoceno en la submeseta sur ibérica y, finalmente, se establece la posible importancia de la influencia del hombre en la configuración del paisaje para las diferentes cronologías, así como la detección de indicios de las características de la actividad agrícola en la zona.

Las terrazas del río Jarama han sido objeto de múltiples estudios geomorfológicos. Sin embargo, como sucede en la mayoría de los ríos españoles, el estudio del cauce actual y de las secuencias de sedimentación holocenas no han sido prácticamente abordadas hasta muy recientemente. Concretamente en el río Jarama, diversos trabajos caracterizan su dinámica meandriforme y la secuencia de sedimentación holocena, así como su variabilidad reciente (ARCHE, 1983; ALONSO Y GARZON, 1994; GARZON Y ALONSO, 1995).

Respecto a los trabajos relativos a las características del paisaje vegetal en la

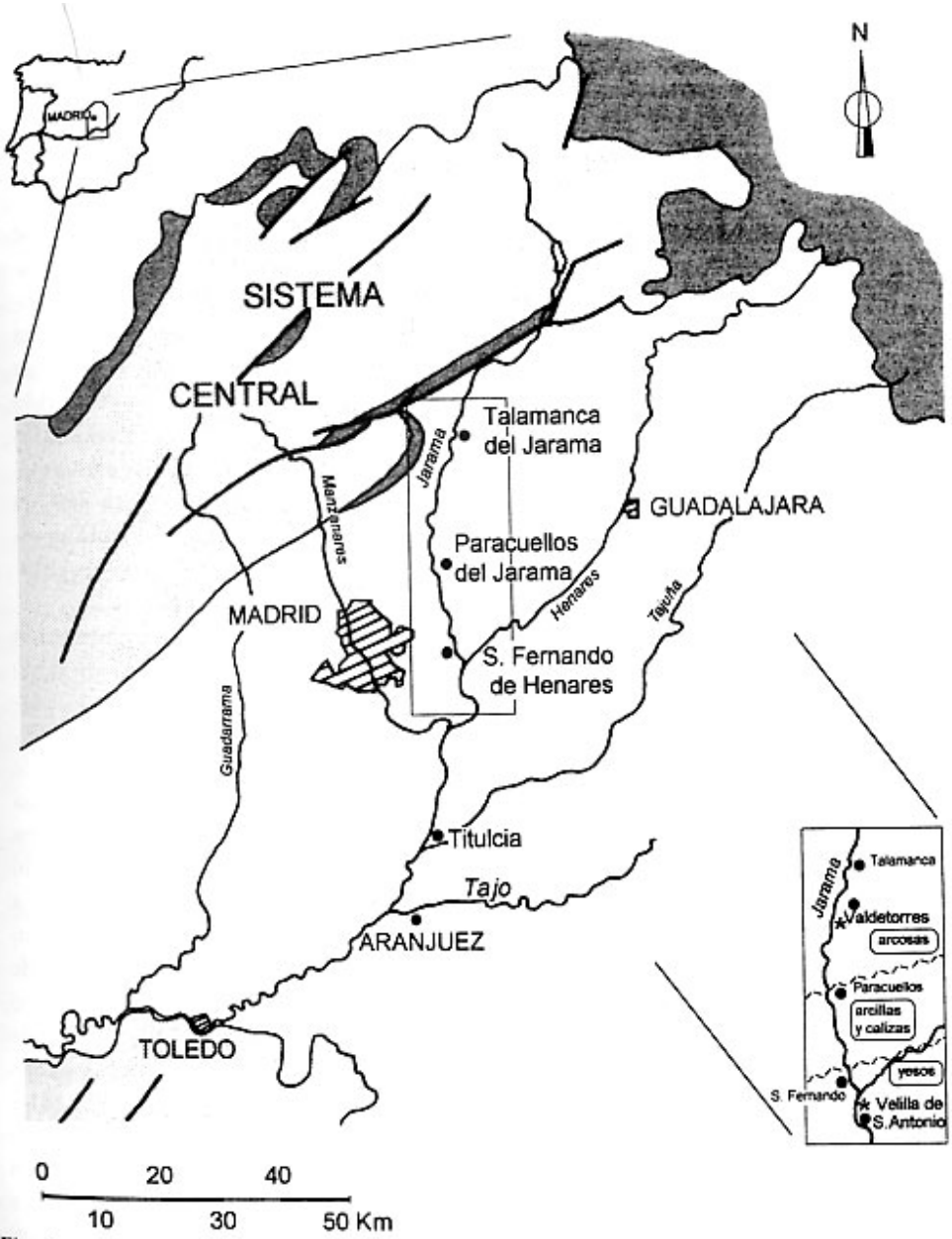


Fig. 1. Situación del área y localización de los yacimientos estudiados.

cuenca del Jarama se puede decir que son inexistentes, pero no sólo dicha cuenca está sin estudiar en la actualidad, sino que para todo el conjunto de la submeseta sur ibérica la información es escasísima. Únicamente se pueden señalar como referencias concretas para ese área los realizados por MENENDEZ AMOR y FLORSCHUTZ (1970) en Daimiel (Ciudad Real) y GARCIA ANTON et al. (1986) en Campo de Calatrava, también en la misma provincia, ambos correspondientes a la segunda mitad del Holoceno. Hay que señalar también los de LOPEZ GARCIA (1983, 1985), en la provincia de Madrid, en yacimientos arqueológicos datados en el subperiodo Boreal. Merece la pena, finalmente, mencionar los trabajos realizados para el borde norte de la cuenca del Tajo en las zonas próximas a los yacimientos que nos ocupan. Sus resultados se reúnen en el trabajo global realizado para el Holoceno de todo el Sistema Central por FRANCO MUGICA (1995).

METODOLOGIA

Desde el punto de vista morfosedimentario, se ha realizado el estudio del contexto geológico para la identificación estratigráfica de las unidades sedimentarias, su correlación y su extrapolación. El análisis de las diferentes fotografías aéreas en la zona ha permitido el establecimiento de la dinámica sedimentaria del río y su comparación con la situación actual. Esto ha permitido identificar las áreas más idóneas para la localización de posibles yacimientos. Se ha interpretado la secuencia sedimentaria y su entorno deposicional,

con una detallada toma de muestras para levigados y obtención de pólenes y para dataciones de radiocarbono. Se obtuvieron cinco dataciones de C14 de las dos columnas estudiadas y otras varias en distintos lugares de la secuencia holocena. Todas ellas han sido efectuadas por Beta-Laboratory de Miami (EE.UU.).

En relación con los materiales contenidos en el yacimiento hay que destacar, por su especial interés, el hallazgo de numerosos macrorrestos vegetales (maderas subfósiles, estróbilos) en la base de la secuencia sedimentaria holocena que forma la vega del río Jarama. Su datación ha permitido establecer con certeza las cronologías correspondientes a los niveles más antiguos de ambos yacimientos, y su análisis ha contribuido de manera apreciable a precisar la definición taxonómica de los vegetales detectados en el área.

En estos depósitos, que se encuentran superpuestos a un paleosuelo desarrollado sobre el sustrato, se han encontrado además varios niveles con un apreciable contenido polínico. Los registros obtenidos de los mismos, aunque no constituyen una secuencia continua, proporcionan una valiosa información sobre la composición florística de las comunidades asociadas a los diferentes biotopos presentes en el área. Para la extracción de polen y esporas de estas muestras se ha seguido el método químico tradicional (FAEGRI & IVERSEN, 1989). Para la representación de los histogramas polínicos se ha utilizado el programa TILIA (GRIMM, 1992). Se han calculado los porcentajes de los distintos táxones de árboles, arbustos y herbáceas a partir de la suma polínica de base (polen sum) en la que se excluyen

táxones higrófitos, esporas e indeterminados. Los porcentajes de estos últimos se han calculado a partir de las sumas parciales de cada uno en las que se incluyen la suma polínica de base.

Para el estudio de las maderas subfósiles se ha procedido, tras la toma de muestras y selección de los fragmentos mejor conservados, a la preparación de cubos de 1 cm de lado para la obtención en microtomo de las secciones transversal, tangencial y radial en lámina delgada (10/20 micras). Los citados cubos se someten previamente a un proceso de hidratación con objeto de facilitar el corte y posterior pigmentado. Las preparaciones obtenidas se han teñido con safranina; tras un posterior lavado con agua destilada se procede a deshidratar las muestras con alcohol (90°, 96° y absoluto) y se añade xilol para fijar la tinción. Finalmente se procede al montaje y sellado de la preparación definitiva. Los estróbilos colectados se conservan en medio húmedo al que se añade una solución ácida de acción fungicida.

SISTEMA MORFO-SEDIMENTARIO

Características generales.

El río Jarama forma parte de los sistemas de cauces más o menos paralelos que descienden de las cumbres de la Cordillera Central española para verter en el río Tajo, eje axial de la depresión de su mismo nombre (Fig 1.). En su recorrido el río participa de ambientes muy diferentes, desde las sierras desarrolladas sobre granitos y rocas metamórficas a los

depósitos sedimentarios que rellenan la cuenca sedimentaria terciaria, formados a expensas de los materiales de denudación de la cordillera.

Su historia evolutiva (ALONSO y GARZON, 1994) muestra la sucesión de varias etapas de encajamiento del río seguidas de otras de agradación sedimentaria, que dieron lugar, desde el final del Plioceno hasta el Pleistoceno medio a 15 terrazas sedimentarias. Desde ese momento, hasta el Holoceno medio, el río se encajó en el substrato mioceno. Finalmente, tras una etapa estable con desarrollo de bosque ripario de importancia, otra etapa de agradación, de aluvionamiento, dio lugar a una secuencia sedimentaria de edad Holoceno superior, que es la que se estudia en el presente trabajo.

Una característica singular diferencia al Jarama entre este sistema de ríos. En condiciones de pendiente similares, los demás cauces presentan morfologías predominantemente braided, con carga de fondo arenosa, mientras que el Jarama tiene carga de gravas y morfología meandriforme. Este hecho se debe a que frente a las cabeceras graníticas de los otros ríos, éste presenta un predominio de rocas metamórficas en su área madre lo que repercute en el aporte de gravas cuarcíticas en los sedimentos. Además, el estudio sedimentológico de las terrazas pleistocenas ha permitido comprobar que el río tuvo siempre esta morfología meandriforme y que las gravas fueron reheredadas en el progresivo encajamiento del canal.

Es posiblemente este hecho (desarrollo de llanuras de inundación bien definidas en el sistema), junto con el rápido aluvionamiento ocurrido desde mediados del

Holoceno, lo que ha permitido la buena conservación de un nivel de alteración y paleosuelo que aparece a la base de la secuencia de agradación holocena, coincidente con la terraza más baja, y en el cual aparecen numerosos restos vegetales, fundamentalmente troncos, ramas y raíces. Por el momento no se han encontrado restos de este tipo en otros cauces de la cuenca del Tajo, posiblemente debido a que, por tratarse de ríos arenosos braided, con cauces muy móviles e inestables, las condiciones de preservación no son tan favorables.

El sector estudiado del río Jarama, su tramo medio, discurre sobre los sedimentos neógenos de la depresión del Tajo, que van pasando por cambios laterales de facies desde las arcosas proximales a arcillas y margas, para acabar en yesos hacia el centro de la cuenca (Fig.1). De los dos afloramientos estudiados, el primero, el de Valdetorres, se sitúa sobre las arcosas y el segundo, el de Velilla, ya sobre materiales yesíferos, aunque muy cerca de su contacto con la formación intermedia arcillosa.

Dinámica sedimentaria.

El Jarama actual es un río de sinuosidad media (1.4), pero teniendo en cuenta su carga de gravas entra todavía dentro del tipo de canales meandriiformes de carga de fondo gruesa que pueden considerarse estables (MIALL, 1978). Como ha podido deducirse del análisis histórico de mapas y fotos aéreas y del cauce actual (GARZON Y ALONSO, 1995), la movilidad del canal ha sido muy grande. La evolución del cauce se produce básicamente por migración de meandros aguas abajo y su corte

posterior y este mismo mecanismo es el que ha podido deducirse del estudio sedimentológico de los depósitos que forman la llanura de inundación. En la figura 2 (gravera de Valdetorres), realizada a partir de las fotos aéreas de 1946, se observa perfectamente el adosamiento de los sucesivos meandros aguas abajo. De hecho, entre 1946 y 1956, que todavía puede considerarse una época en que la influencia humana en el río era relativamente baja, se ha adosado al meandro una nueva barra con anchura del orden de 100 m. Al mismo tiempo, los recientes y todavía bien definidos canales abandonados están siendo rellenados por barras de derrame sobre la llanura.

En la misma figura, el corte A – A' muestra la secuencia sedimentaria holocena, así como la base con un nivel fuertemente edafizado y de alteración del sustrato mioceno donde se han hallado numerosos restos vegetales. En dicho dibujo se ha representado la morfología de point bar, con superficies de acreción lateral, que es conspicua en el afloramiento y que simplemente refleja el adosamiento mencionado de las barras visible aún en las fotos antiguas.

Descripción de la secuencia holocena.

Los yacimientos estudiados (Figs 1 y 3) se localizan en dos graveras: una en Valdetorres del Jarama y otra en Velilla de San Antonio, ambas en la provincia de Madrid. Se trata de una secuencia de agradación o sedimentación, de edad holocena, que se encuentra encajada a su vez en las terrazas finales de edad Pleistoceno

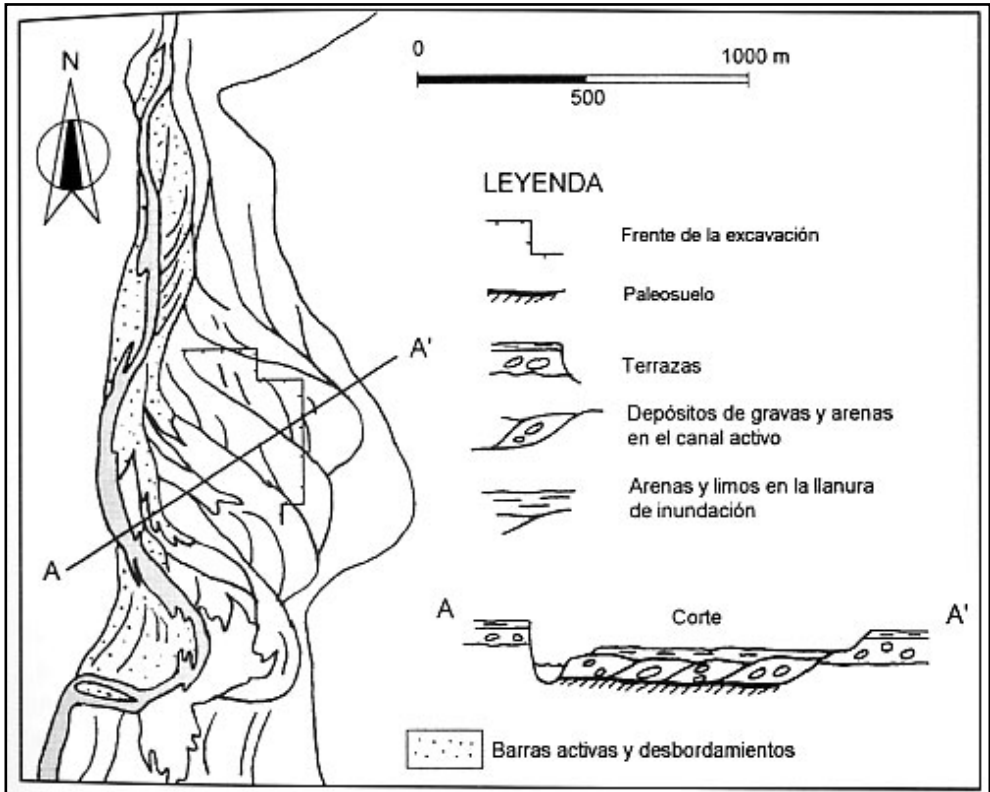


Fig. 2. Análisis de la dinámica fluvial. El yacimiento de Valdeterres está situado en el frente de explotación de una gravera que está desmantelando la secuencia holocena. En el dibujo se sitúa aproximadamente el frente de explotación tal como está en la actualidad.

superior en una margen y en las laderas escarpadas de arcosas o yesos, en la otra y constituye la vega o llanura de inundación del río actual, el cual se está encajando hoy día en la misma. Dicha secuencia es la respuesta a una etapa de agradación fluvial tras un largo periodo de encajamiento. En los pocos lugares en los que puede observarse la base, se presenta un suelo bien desarrollado, un horizonte formado por arcillas verdosas, rico en materia orgánica y aparentemente con gran continuidad lateral, lo que implicaría una etapa

relativamente larga de estabilidad entre el encajamiento del río y el comienzo de la nueva agradación. Es en este nivel, y en la base de la unidad de gravas que aparece inmediatamente por encima, donde se han podido obtener las muestras correspondientes a la cronología más antigua de los yacimientos estudiados, con suficiente contenido polínico para obtener información paleofitogeográfica. Se trata de abundantes restos de madera subfósil en buen estado de conservación, sobre todo troncos que pueden llegar a alcanzar en

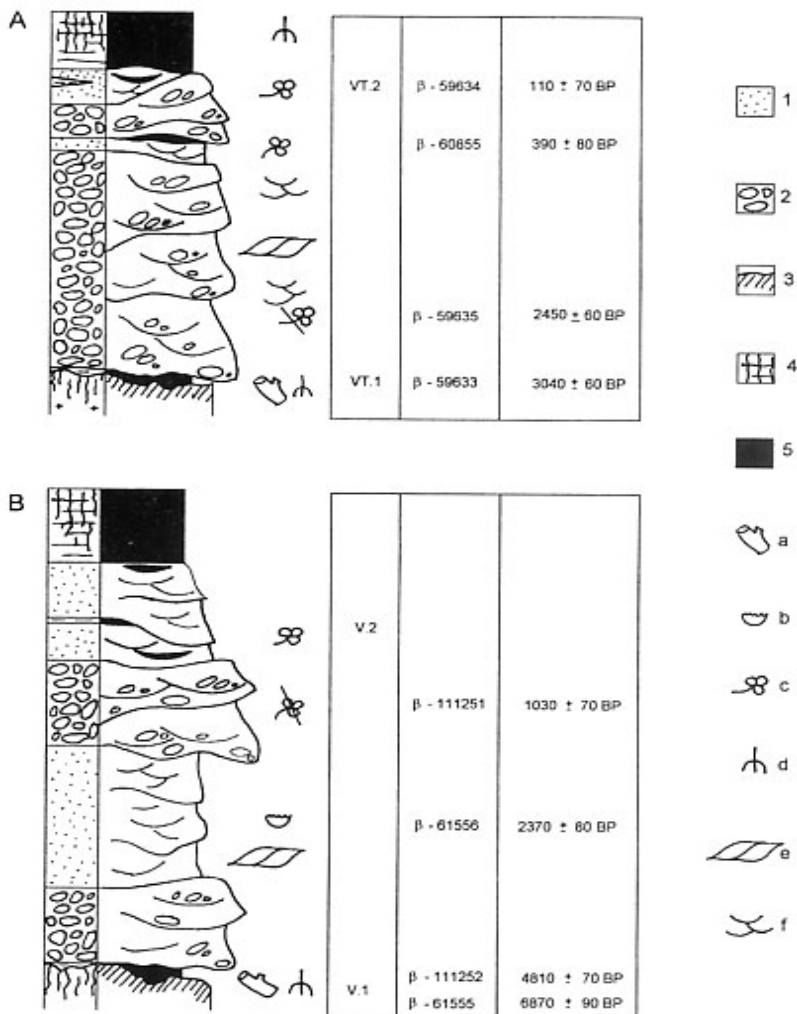


Fig. 3. Secciones estratigráficas levantadas en los yacimientos. A.- Yacimiento de Valdetorres del Jarama. B.- Yacimiento de Velilla de San Antonio. En los gráficos se sitúan las muestras de polen (VT.1, VT.2 y V.1, V.2) así como las de las muestras datadas. Los análisis fueron realizados por Beta Analytic, Inc. de Miami. 1.- Arenas. 2.- Conglomerados. 3.- Substrato alterado (paleosuelo). 4.- Caracteres edáficos en la llanura de inundación. 5.- Arcillas. a.- Troncos. b.- Conchas de bivalvos. c.- Restos vegetales indeterminados. d.- Raíces. e.- Estratificación cruzada épsilon. f.- Estratificación cruzada de surco.

algunas muestras hasta unos 80 cm de diámetro y más de 2 metros de longitud.

La potencia media de la secuencia deposicional holocena, observable en numerosos afloramientos debido a la abundancia de graveras, es de 4 a 5 m, aunque es irregular y, por ejemplo, en las zonas de yesos puede haber colapsos y antiguos canales de mucha mayor profundidad. Constituye una secuencia típica de point bar, de granulometría y energía decreciente hacia techo, en este caso representada por conglomerados basales que pasan a arenas y gravas y terminan en una unidad homogénea de limos de llanura de inundación (Fig.3). La base está formada por un cuerpo único tabular de conglomerados que se han formado por la agradación de sucesivas barras de meandro. En ellas aparecen claramente superficies de acreción lateral de gran escala en las que están bien desarrollados los surcos y crestas del antiguo meandro, aunque su retrabajamiento posterior indica que todavía fueron funcionales durante las avenidas. Asociados a la base de la unidad de gravas es donde se han encontrado, en ambos yacimientos, numerosos troncos y fragmentos de madera, así como un estróbilo (afloramiento de Velilla de San Antonio).

Sobre la unidad de gravas se presentan arenas y limos formados durante el relleno de estos surcos en desbordamientos posteriores. La última etapa del depósito se manifiesta por la acreción vertical de los limos de inundación que van depositándose luego sobre la llanura en los sucesivos desbordamientos. En los materiales de relleno de algunos de los surcos se han

obtenido muestras de polen correspondientes a las cronologías recientes de la secuencia estudiada.

Las dataciones obtenidas por C14 (edades no calibradas) en los troncos encontrados en las gravas de la base de la secuencia dan una edad de 6.870 ± 90 años BP en la gravera de Velilla de San Antonio y de 3.040 ± 60 años BP en la de Valdetorres. En la misma gravera de Velilla de San Antonio, un tronco recogido también en la base de la secuencia arroja una edad de 4810 ± 70 años BP. Excepto en el caso imposible de descartar en que el primer dato corresponda a un tronco heredado, las edades obtenidas parecen indicar un estado avanzado en la sucesión ecológica. En el yacimiento de Valdetorres se han obtenido dataciones de restos vegetales encontrados a techo de la secuencia, que han dado como resultado edades entre 390 ± 80 y 110 ± 80 BP, indicando que los surcos de esta zona han sido funcionales hasta época muy reciente, tal y como se observa en la Fig. 2. Otras dataciones realizadas en distintos lugares de la secuencia holocena, dan siempre como resultado edades intermedias entre las del techo y la base de los dos cortes descritos. En la figura 3 se han representado las ubicaciones de dichas muestras.

ANÁLISIS DE LOS RESTOS VEGETALES

Palinología

Se han analizado polínicamente dos muestras de cada una de las dos localidades estudiadas (Fig. 3). La información

paleopolínica presenta un carácter algo diferente en función de los sustratos donde fueron obtenidas las muestras. Las correspondientes a los niveles profundos de ambos yacimientos (VT1,V1) fueron extraídas de suelos (sustratos edafizados) —superficies de tierra emergida— y por ello la fuente de abastecimiento de polen fue fundamentalmente el aire. La información recogida compete pues principalmente a la vegetación de carácter regional (formaciones vegetales mesófilas de la comarca). Por el contrario las muestras más superficiales (VT2,V2) se obtuvieron de turbas o materiales higroturbosos en el seno de paleocauces correspondientes a corrientes meandriformes de funcionamiento temporal. Por ese motivo hay que considerar entre los vectores de alimentación polínica, además del aire, el agua, que puede aportar palinomorfos asociados en mayor medida a los ambientes de los biotopos ribereños así como otros procedentes de la cabecera de la cuenca.

Las muestras más profundas de ambas localidades, a pesar de su distinta cronología (V-1, 6.870 ± 90 a. BP y VT-1, 3.040 ± 60 a. BP) y su distanciamiento en este tramo del río muestran gran similitud en su composición florística (Fig. 4). En ambas los porcentajes de polen arbóreo son elevados (90 y 80% respectivamente) y ello debido fundamentalmente a la alta representación de polen de pinos. Son acompañantes *Quercus* tipo caducifolio, *Quercus* tipo perennifolio, *Alnus*, *Betula* y en Velilla, además, *Fraxinus*, *Ulmus*, y *Fagus*.

Las muestras correspondientes a los niveles mas superficiales indican un paisaje abierto, entre 40% de polen arbóreo en

V-2 y 55% en VT-2. Los pinos siguen estando bien representados, con básicamente los mismos acompañantes arbóreos. Destaca, sin embargo, la presencia de *Olea* en ambas localidades. El estrato arbustivo está representado por *Cistus*, *Calluna* y *Erica*, siendo en conjunto más importante en Velilla, donde *Cistus* alcanza un 20%. El polen de *Cerealia* y otros táxones relacionados con cultivos se hacen más patentes en estas muestras superiores.

Maderas fósiles

Las maderas extraídas de ambos yacimientos muestran un buen estado de conservación, no presentando rastros de carbonización ni mineralización. Se ha trabajado sobre varias muestras representativas del conjunto del material obtenido en los dos yacimientos. El estudio de las distintas secciones de la madera ha conducido a la diferenciación de dos táxones del grupo de las frondosas, tras la siguiente diagnóstico:

Muestra A.

Sección transversal (Fig. 5A): madera con vasos distribuidos de forma difusa, apareciendo éstos aislados o en grupos de bajo número en disposición radial.

Sección tangencial (Fig. 5B): radios leñosos homogéneos 1 (2) seriados, con hasta 25 células de altura.

Sección radial: destacan perforaciones escalariformes y punteaduras areoladas circulares. No aparecen engrosamientos helicoidales

La estructura descrita corresponde a

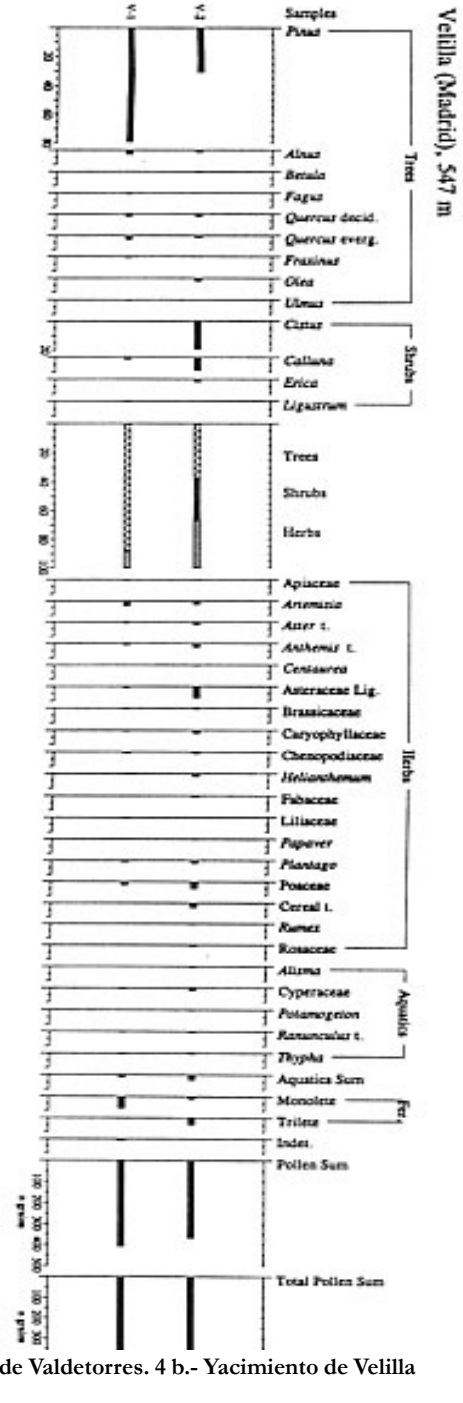
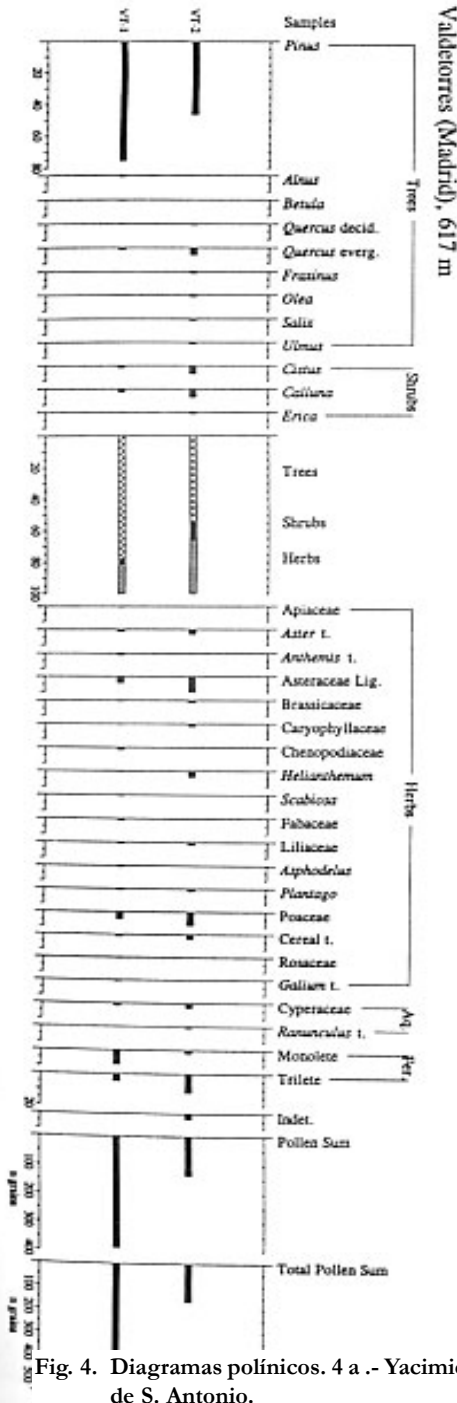


Fig. 4. Diagramas polínicos. 4 a.- Yacimiento de Valdetorres. 4 b.- Yacimiento de Velilla de S. Antonio.

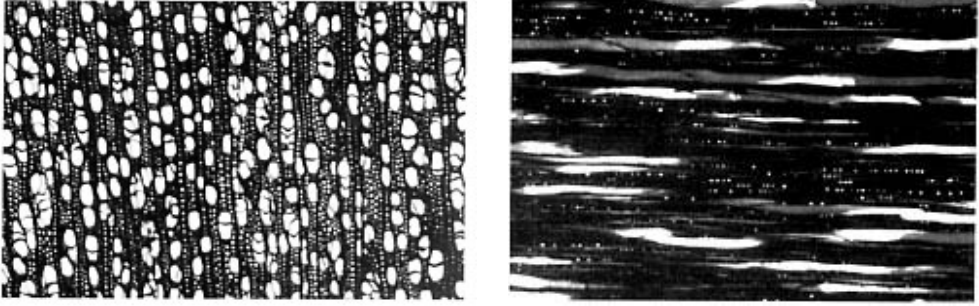
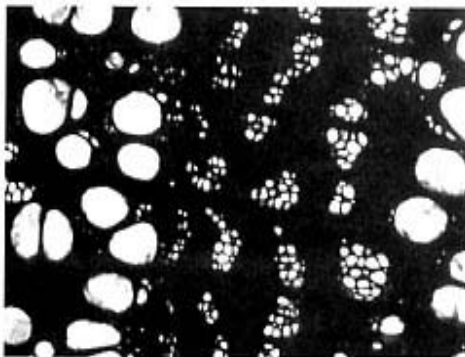


Fig. 5. Visión microscópica de las secciones transversal (A) y tangencial (B) de la muestra A, correspondiente a una especie del género *Alnus*.

un aliso (*Alnus*). Es preciso reseñar, no obstante, que la discriminación entre las diferentes especies del género *Alnus* que actualmente viven en Europa es casi prácticamente imposible, con excepción, quizá, de *A. viridis* (Chaix) DC. (SCHWEINGRUBER, 1990). La única especie de aliso a la que actualmente se reconoce el carácter autóctono en España es *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner (ROCHA AFONSO, 1990).

Muestra B.

Sección transversal (Fig. 6A): madera



vascular en anillo poroso con presencia apreciable de radios, fibras parenquimatosas y fibrotraqueidas. En la madera temprana se aprecian grupos de 1-3 bandas concéntricas de vasos de gran diámetro en grupos de hasta 3. En la madera tardía los vasos se agrupan en bandas tangenciales de 2-4 filas de espesor y presentan un diámetro sensiblemente menor.

Sección tangencial (Fig. 6B): radios leñosos homogéneos de 4-5 (6) filas de anchura y de 30-50 de altura.

Sección radial: se pueden apreciar radios generalmente homogéneos, perfo-

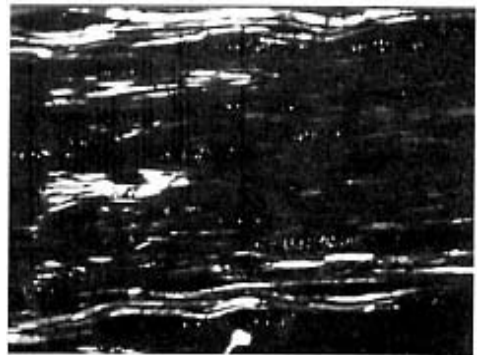


Fig. 6. Visión microscópica de las secciones transversal (A) y tangencial (B) de la muestra B, correspondiente a una especie del género *Ulmus*.

raciones simples y engrosamientos espiralados.

La estructura descrita corresponde a un olmo (*Ulmus*).

Las muestras de *Ulmus* subfósiles han sido comparadas con muestras de referencia procedentes de materiales actuales de los dos olmos que viven de forma silvestre en la Península Ibérica, *U. minor* Mill. y *U. glabra* Huds., si bien sobre el primero de ellos se han venido manifestando posiciones contradictorias en relación con el carácter, espontáneo o no, de su origen (RICHENS & JEFFERS, 1986; GIL SANCHEZ y GARCIA-NIETO, 1990; NAVARRO y CASTROVIEJO, 1993). Tras las observaciones realizadas por ahora no ha sido posible aproximar con certeza nuestros materiales a ninguna de las muestras de referencia de las especies arriba señaladas. Resultaría conveniente, a nuestro juicio, realizar un estudio sistemático de mayor profundidad sobre varias muestras procedentes de poblaciones vivas de ambas especies de olmos en diferentes estaciones de la Península, debido a la dificultad que entraña la diferenciación de la madera de las especies de *Ulmus*, de la que se hacen eco diversos autores (SCHWEINGRUBER, 1990; GARCIA ESTEBAN y GUINDEO, 1990).

Aun así pueden interpretarse como caracteres de cierta especificidad el hecho de que en *Ulmus glabra*, los radios leñosos pueden ser indiferentemente 1 o pluriseriados, en tanto que *Ulmus minor* presenta una sección tangencial en la que

dominan los radios multiseriados, siendo los 1-2 seriados más escasos.

Macrorrestos

El estróbilo hallado en los niveles profundos de Velilla de San Antonio (V1) corresponde a *Pinus halepensis*. Su localización en la zona de sustrato edafizado hace que deba ser relacionado con la vegetación mesófila de la parte meridional del territorio abarcado en el estudio y en la cronología más antigua del mismo (6.000 a. BP aprox.).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La información que aportan los restos paleobotánicos hallados (polen, maderas subfósiles, otros macrorrestos) se puede relacionar con biotopos de diferente carácter dentro de la región que se estudia.

Las maderas, en su mayoría, proceden de árboles que formaron parte de la vegetación de ribera. Los alisos son, actualmente, representantes típicos de agrupaciones riparias en la Península Ibérica de la misma forma que las distintas especies de olmos se asocian a ambientes húmedos, ya sean de carácter ribereño o de media montaña (en la Iberia mediterránea).

Evolución del paisaje

La reconstrucción del paisaje vegetal, de acuerdo con los resultados obtenidos, puede plantearse como sigue. Al finalizar el Pleistoceno superior, el río sufre una

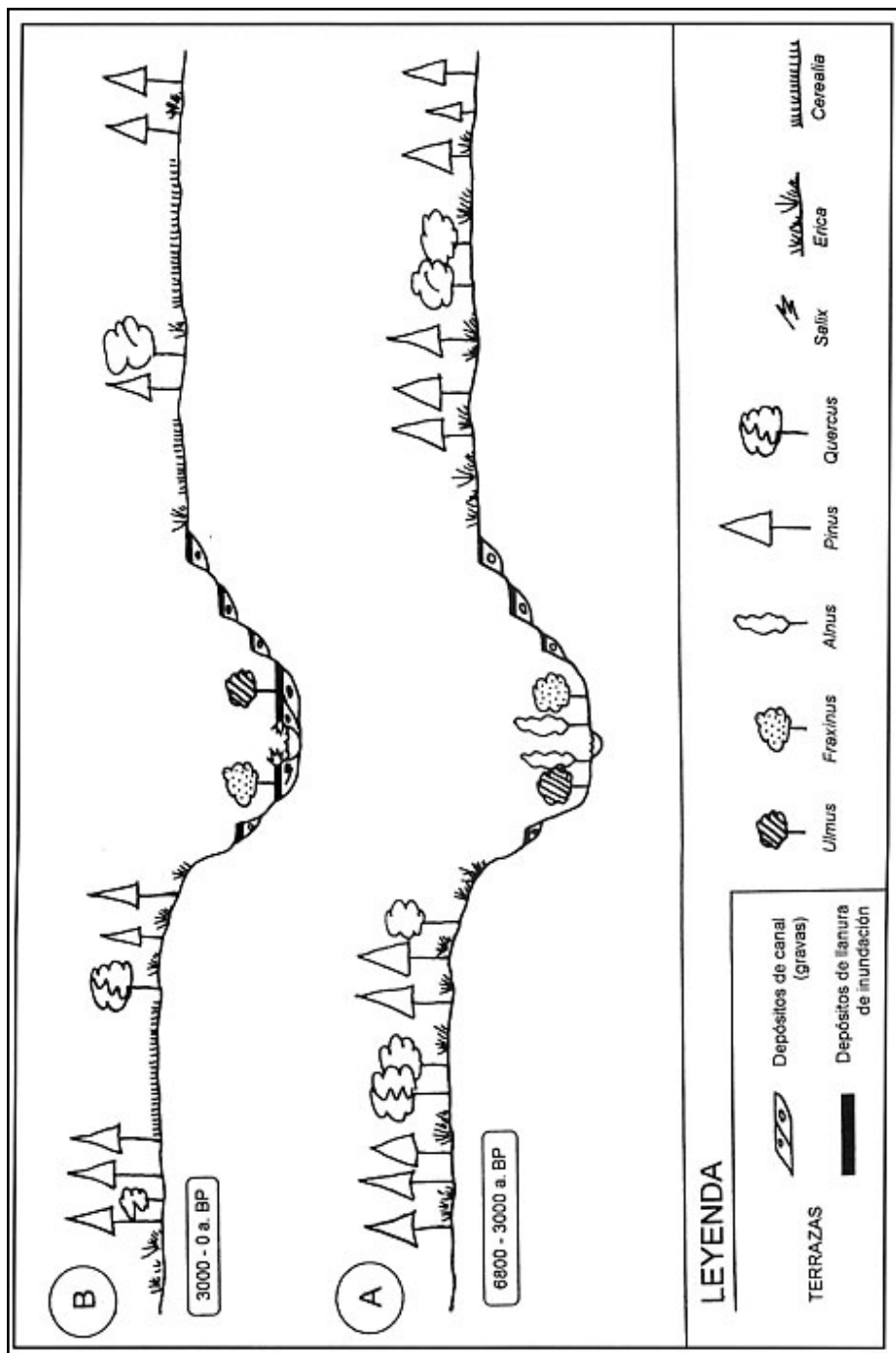


Fig. 7. Interpretación idealizada de la estructura de la cubierta vegetal en el entorno de ambos yacimientos. A.- Etapa de desarrollo de bosque ripario, Holoceno inferior - medio. B.- Etapa de agradación. Holoceno medio - actual. El dibujo no está a escala.

importante etapa de encajamiento en los materiales que forman el sustrato, al mismo tiempo que se amplía su valle (Fig 7a). Ligado a esta etapa, o inmediatamente después, ocurre un extenso desarrollo de suelos acompañado de abundante vegetación de ribera, como parece deducirse de la gran cantidad de troncos que se encuentran asociados al comienzo de la siguiente gran etapa de depósito.

En esta etapa del final de la primera mitad del Holoceno, los resultados obtenidos de los restos de vegetación y polen permiten deducir que la participación de fresnos, alisos, sauces y olmos en los bosques de las galerías ribereñas debió ser frecuente. Tal y como acontece hoy día en medios semejantes, los alisos se situarían más próximos al eje de humedad del cauce mientras los olmos tenderían a ocupar las posiciones más externas en la vegetación riparia. La representación polínica de estos táxones es escasa pero ello es debido a que se trata de especies consideradas como poco polinizadoras. Su mera presencia en los espectros polínicos pone de manifiesto la existencia de la formación forestal ribereña; con todo, *Alnus* muestra mayor capacidad polinizadora que *Ulmus*.

Lo anteriormente expuesto muestra coherencia con el tipo de vegetación no ribereña que parece poner de manifiesto el resto de indicadores paleofitogeográficos considerados. El aspecto más destacable de la misma es que en la vegetación del área correspondiente a la base de ambos yacimientos tuvieron mucha importancia los bosques o paisajes forestados. En segundo lugar se observa que los pinares jugaron dentro de los mismos,

para las citadas cronologías, un destacado papel (bien sea formando rodales o masas puras o en combinación mixta con especies de frondosas —*Quercus*—). Respecto a las especies del género *Pinus* implicadas en estas formaciones hay que señalar, al menos para el sector meridional del territorio, *Pinus halepensis*. Además del hallazgo ya reseñado de una piña correspondiente a esta especie, es preciso resaltar que el sustrato margoso y el carácter más térmico de este territorio, constituyen factores ambientales que convienen a los requerimientos ambientales de este taxon. De hecho viven en la actualidad muy cerca de este área rodales de pino carrasco a los que se reconoce un origen natural (RUIZ DE LA TORRE et al. 1982) y que aparecen con un cortejo florístico termófilo con especies como *Stipa tenacissima* L. o *Cistus clusii* Dunal, que son comunes también como acompañantes de los genuinos bosques levantinos de esta especie en la Península Ibérica. Por contra, en la zona norte es factible que una parte o la totalidad de los pólenes de *Pinus* procedan de áreas más septentrionales (más frescas y con sustratos ácidos como son las arcosas) con la participación posible de *P. pinea*, *P. pinaster* o incluso *P. sylvestris*. La participación de las frondosas en los bosques de la comarca estuvo en ese periodo representada por especies perennifolias y caducifolias del género *Quercus*. Éstas formarían rodales entre los pinares, siempre en los emplazamientos correspondientes a los suelos más desarrollados, o bien se combinarían con los pinos en agrupaciones mixtas.

La segunda etapa, la de agradación fluvial, se produce de forma muy activa, y

comenzaría al menos hace 6.800 años aunque de manera diacrónica a lo largo del río. Teniendo en cuenta las características de este sistema meandriforme, este episodio se iniciaría con la consolidación de las barras de meandro que se irían adosando paulatinamente a este durante su migración (Fig 7 b). Al ir evolucionando el río se ocasionarían cortes en estos meandros formándose brazos abandonados que serían reutilizados en momentos de avenida, momento en el que se produciría su relleno de materiales más finos, como arenas. En las épocas interavenidas, podrían quedar temporalmente inundados produciéndose en ellos charcas con decantación de limos y arcillas. Sin embargo dado el fuerte dinamismo del medio, la conservación de restos de materia orgánica en estos ambientes sedimentarios es muy escasa, habiéndose encontrado solamente algunos pequeños niveles con contenido polínico (los troncos únicamente se hallaron en la base de la secuencia).

En las muestras estudiadas del techo de la secuencia, que corresponden a la parte alta de los perfiles (V12 y V2), destaca una reducción notable de los espacios forestados. Como ya se ha comentado, en estas muestras la influencia del ambiente ribereño fue mayor, hecho que se pone de manifiesto en el registro de V2 donde aparecen pólenes de *Alisma*, *Typha*, *Potamogeton*, *Ciperáceas*, etc, táxones todos ellos ligados en distinta medida al medio acuático y, en particular, a zonas con aguas remansadas o de circulación lenta, coherente con el carácter del ambiente en que se produjeron los depósitos (canales meandriformes abandonados o temporalmente activos).

Por otra parte, las actividades agrícolas, aunque ya son detectables en las cronologías antiguas por la presencia de cerealia, adquieren una importancia mayor en las recientes. Aparece *Olea* y porcentajes destacables de *Asteráceas* ligulifloras, táxones asociados normalmente a ambientes ruderalizados o arvenses. La reducción de la superficie forestal viene acompañada en ambos yacimientos por un incremento no sólo de herbáceas sino también de matorrales, sobre todo de *Cistáceas* y *Ericáceas*; la deforestación y aumento del matorral es más acusada en la muestra situada mas al Sur (V2), indicando una explotación más intensa del medio, como corresponde también a su posición centrada en la cuenca, con un valle mas abierto y con la confluencia de otros importantes. El elevado porcentaje de *Ericáceas* observado en V2 debe responder en parte a un origen alóctono (transporte a larga distancia por el agua) al ser el sustrato en su entorno de carácter carbonático o yesoso, difícilmente compatible con táxones como *Calluna*. También es posible que la presencia de estas especies acidófilas se deba a que la ribera, en esta fase, estuviera desarrollada sobre gravas, materiales alóctonos no carbonáticos.

Finalmente, se pueden resumir las conclusiones del presente trabajo en los siguientes puntos:

- 1.- Como consecuencia del hallazgo de numerosos restos de troncos fósiles y otros restos vegetales ha sido posible realizar, por primera vez, una aproximación sobre la vegetación ribereña en la

zona septentrional de la submeseta sur española durante el Holoceno.

2.- En un primer momento debió dominar el encajamiento del río sobre el sustrato terciario (arcósico o yesífero), dando lugar a un importante desarrollo de suelos y bosques de ribera.

3.- La composición de los bosques ribereños a partir del Holoceno medio estuvo dominada por especies de los géneros *Ulmus*, *Fraxinus*, *Alnus* y *Salix*.

4.- El paisaje no ribereño estuvo constituido, en esa primera fase, por formaciones forestales fundamentalmente. Especies del género *Pinus* tuvieron una especial relevancia en esos momentos iniciales de la segunda mitad del Holoceno. Gracias al hallazgo de estróbilos en el yacimiento meridional, se constata que *Pinus halepensis* tuvo representación en este área. Especies del género *Quercus* completarían la estructura del dosel arbóreo.

5.- A partir de Holoceno medio comienza una importante fase de agradación fluvial en el valle, marcada por migración de canales meandriformes con adosamiento lateral de barras de gravas. La vegetación forestal riparia probablemente tuvo menos importancia, a juzgar

por la inexistencia de restos de maderas hacia la parte alta de la secuencia.

6.- Al final de esta secuencia deposicional (cronologías más recientes) también los paisajes forestados de los espacios no ribereños pierden relevancia a favor de ambientes dominados por vegetales herbáceos y matorrales, como muestra la información paleopolínica. Esta circunstancia debe relacionarse con el incremento de las actividades antrópicas que a su vez explicaría el aumento de los materiales aluviales.

7.- Los matorrales aludidos muestran predominancia de *Ericáceas* y *Cistáceas*. La hegemonía de estos vegetales, acidófilos en general, en el marco del dominio sedimentario carbonático se debe relacionar con el carácter alóctono de las gravas que constituyen la ribera.

8.- Las actividades agrícolas, la abundancia de los pólenes de cerealía, se manifiestan con mucha mayor importancia en los niveles correspondientes al techo de los yacimientos estudiados. La aparición de *Olea* y el incremento de *Asteráceas* y *ligulifloras*, constatan esta apreciación.

Trabajo realizado gracias al Proyecto Subvencionado de la DGICYT PB-94-0276-CO2-00.

REFERENCIAS

- ALONSO, A. Y GARZON, G. 1994: Quaternary evolution of a meandering gravel bed river in Central Spain. *Terra Nova*, 6.456-475. Oxford.
- ARCHE, A. 1983: Coarse-grained Meander Lobe Deposits in the Jarama river Madrid (Spain). In: *Modern and Ancient Fluvial Systems* (ed. by J.D. Collinson and U. Lewin). *Spec. Publ. Int. Ass. Sediment.*, 313-321. Oxford.
- FAEGRI, K. AND J. IVERSEN, 1989. *Textbook of Pollen Analysis*.
- FRANCO MUGICA, F. 1995. Estudio palinológico de turberas holocenas en el sistema central: reconstrucción paisajística y acción antrópica. Tesis Doctoral. Fac. Ciencias. Univ. Autónoma de Madrid. 392 pp.
- GARCIA ANTON, M, C. MORLA, B. RUIZ ZAPATA AND H. SÁINZ, 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). In: F. López Vera (Ed.): *Quaternary climate in western Mediterranean*.
- GARCIA ESTEBAN, L. Y GUINDEO, A. 1990. Anatomía de frondosas españolas. *Aitim*. 618 pp.
- GARZON, G Y ALONSO, A. 1995. Variabilidad holocena e histórica de un río meandriforme de gravas (el río Jarama, Madrid). En: *Reconstrucción de paleoambientes y cambios climáticos durante el Cuaternario*. Eds. T. Aleixandre, A. Pérez-González. CSIC. Centro de Ciencias Medioambientales. Monografías 3. pp. 79-92
- GIL SANCHEZ, L. Y GARCIA-NIETO M. E., 1990. Paleobotánica e historia de los olmos de la Península Ibérica. In: L. Gil (Ed.): *Los olmos y la grafiosis en España*. MAPA-ICONA.
- GRIMM, E.C., 1992. *Tilia and Tilia Graph version 1.12*. Illinois State Museum. U.S.A.
- LOPEZ GARCIA, P. 1983. Análisis polínicos de cinco «fondos de cabaña» del Km. 7 dcha de la carretera de San Martín de la Vega. (T.M. de Getafe, Madrid). *Est. Prehist. Arqueol. Madrileños*, 2: 267 – 269.
- LOPEZ GARCIA, P. 1985. Análisis polínico del yacimiento de El Ventorro (Madrid). *A.P.L.E.*, 2: 283 – 285.
- MENENDEZ AMOR, J. Y F. FLORSCHUTZ, 1970. Estudio palinológico de la turbera de Daimiel (Ciudad Real). *Anales Edaf. Agrob.* 29: 549-573.
- MIALL A.D. 1985. Architectural - element analysis: A method of facies analysis applied to fluvial deposits. *Earth Sci. Rev.*, 22, 261-308.
- NAVARRO, C. Y CASTROVIEJO S., 1993. *Ulmus*. In: Castroviejo, S. et al. (eds.), *Flora Iberica* 3: 244-248.
- RICHEHS, R. H. AND JEFFERS JR., 1986. Numerical taxonomy and ethnobotany of the elms of northern Spain. *Anales Jard. Bot. Madrid* 42 (2): 325-341.
- ROCHA AFONSO, M. L., 1990. *Alnus*. In: Castroviejo, S. et al. (eds.), *Flora Iberica* 2: 43-46.
- RUIZ DE LA TORRE, J., A. ABAJO, E. CARMONA, R. ESCRIBANO, C. ORTEGA, A. RODRIGUEZ & J. RUIZ DEL CASTILLO, 1982: «Aproximación al catálogo de plantas vasculares de la provincia de Madrid». Monografías 4. Consejería de Agricultura y Ganadería.
- SCHWEINGRUBER, F.H., 1990. *Anatomy of European woods*. Stuttgart. 800 pp.