

PALEOAMBIENTE Y SOCIEDAD EN LA EDAD DEL BRONCE DE LA MANCHA: LA MOTILLA DEL AZUER

Paleoenvironment and Society in La Mancha Bronze Age: the Motilla Azuer

JOSÉ ANTONIO LÓPEZ SÁEZ*, FRANCISCA ALBA SÁNCHEZ**,
TRINIDAD NÁJERA COLINO***, FERNANDO MOLINA GONZÁLEZ***,
SEBASTIÁN PÉREZ DÍAZ**** y SILVIA SABARIEGO RUIZ*****

RESUMEN A partir del estudio paleopalínológico se realiza la reconstrucción paleoambiental y paleoclimática del entorno de la Motilla del Azuer (Daimiel, Ciudad Real) durante la Edad del Bronce. A lo largo de la secuencia del yacimiento, que se sitúa entre el 2200 y el 1350 cal BC y se divide en cuatro grandes fases, se documenta el evento 4.2 ka cal BP con una serie de oscilaciones climáticas centradas en un período excepcionalmente árido (fase II, entre el 2000 y el 1800 cal BC). Se plantean nuevos argumentos para demostrar la importancia del clima árido y el especial ambiente hidrológico de La Mancha como factores que ayudan a explicar la construcción de las “motillas”, asentamientos organizados en torno a pozos que explotan el freático y cuyas fortificaciones circulares ejercieron un claro control sobre la producción subsistencial y el agua en el territorio manchego.

Palabras clave: Estudio paleopalínológico, Reconstrucción paleoambiental y paleoclimática, Motillas, Edad del Bronce, La Mancha.

ABSTRACT A paleoenvironmental and paleoclimatic reconstruction of the Motilla del Azuer's (Daimiel, Ciudad Real) area during the Bronze Age is proposed from a paleo-palynological study. Throughout the site sequence, which ranges between 2200 and 1350 cal BC and it is divided into four main phases, the 4.2 ka cal BP event is recorded. Several climatic oscillations in an exceptionally arid period (phase II between 2000 and 1800 cal BC) are documented in. New arguments are presented to show the importance of the arid climate and the special hydrological features of

* GI Arqueobiología, CCHS-CSIC, c/ Albasanz 26-28, 28037 Madrid. joseantonio.lopez@cchs.csic.es

** Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias, Campus Universitario de Fuente Nueva, Universidad de Granada, 18071 Granada. falba@ugr.es

*** Departamento de Prehistoria y Arqueología, Facultad de Filosofía y Letras, Campus Universitario de Cartuja, Universidad de Granada, 18071 Granada. tnajera@ugr.es; molinag@ugr.es

**** GEODE, UMR 5602 CNRS, Maison de la Recherche, Université de Toulouse-Le Mirail, 5, allées Antonio Machado, F-31058 Toulouse cedex 1, Francia. sebas.perezdiaz@gmail.com

***** Departamento de Biología Vegetal I, Facultad de Biología, Universidad Complutense, c/ José Antonio Novais 12, 28040 Madrid. ssabarie@farm.ucm.es

Fecha de recepción: 20-12-2014. Fecha de aceptación: 20-2-2015.

La Mancha as factors that partially explain the construction of the “motillas”, i.e. settlements structured around wells exploiting the water table and whose circular fortifications exercised a clear control on subsistence production and water management in La Mancha territory.

Key words: Paleo-palynological study, Paleoenvironmental and paleoclimatic reconstruction, Motillas, Bronze Age, La Mancha.

INTRODUCCIÓN

En las ‘motillas’ manchegas han sido, probablemente, localizadas las captaciones de agua subterránea más antiguas documentadas en la Península Ibérica. Se construyeron durante la Edad del Bronce (*ca.* 2200-1400/1350 cal BC), dando lugar a todo un fenómeno cultural conocido como “Cultura de las Motillas” (Nájera y Molina, 1977, 2004a, 2004b; Nájera, 1984; Nájera *et al.* 2010, 2012; Martínez Navarrete, 1988; Fernández Miranda *et al.*, 1993; Fernández Posse y Martín, 2003; Fernández Posse *et al.*, 2008; Benítez de Lugo, 2010, 2011a). Por regla general estos asentamientos fortificados, de planta aproximadamente circular y provistos de dos o tres líneas de muralla, se ubican en zonas de penillanura, en el seno de complejos lagunares o zonas endorreicas donde el nivel freático es más elevado y accesible (Nájera y Molina, 2004b). Las motillas manchegas se ubican básicamente en la vega de los ríos Guadiana y Azuer y en las proximidades de los Ojos del Guadiana, dónde el río tiene un recorrido subterráneo, aunque también aparecen algunas otras alejadas de estos dos núcleos principales, distribuyéndose de una manera más o menos regular cada 4 ó 5 km (fig. 1). La construcción de estas fortificaciones está íntimamente relacionada con el control y la gestión de diversos recursos económicos básicos (cereal y ganado) y del agua, hechos que responden a una adaptación de las motillas a las peculiares condiciones ecológicas de La Mancha y su paleoambiente, destacando no sólo su relación con la disponibilidad de agua sino también con su ubicación en suelos de margas y calizas miocenas de gran potencialidad agrícola (Nájera y Molina, 1977, 2004a, 2004b; Nájera, 1984; Molina *et al.*, 2005; Aranda *et al.*, 2008; Martín *et al.*, 1993). En definitiva, las motillas cumplieron un importante papel en el almacenamiento del cereal, obtenido posiblemente mediante un sistema tributario y también en el acceso al agua mediante la construcción en el interior de las fortificaciones de profundos pozos y complejas estructuras hidráulicas que permitieron controlar el agua del freático (Molina y Nájera, 1987; Nájera y Molina 2004a; Nájera *et al.*, 2012; Teixidó *et al.*, 2013). La relación de las motillas con los cercanos poblados de altura, así como su origen y desaparición han sido objeto de hipótesis muy diferentes, según se opte por modelos que defienden la existencia en la Edad del Bronce manchega de una fuerte complejidad social (Nájera y Molina 2004b; Aranda *et al.*, 2008), o por propuestas de una sociedad más igualitaria (Gilman *et al.*, 2000-2001; Fernández Posse *et al.*, 2008); recientemente se ha defendido un planteamiento simbólico para interpretar una fortificación de esta época localizada en el extremo meridional de La Mancha (Benítez de Lugo *et al.*, 2014).

En este trabajo se presenta una reconstrucción paleoambiental y paleoclimática de una de estas motillas, la del Azuer, con el objetivo de discernir la potencial influencia de cambios climáticos abruptos a lo largo de la evolución diacrónica de este tipo de asentamiento.

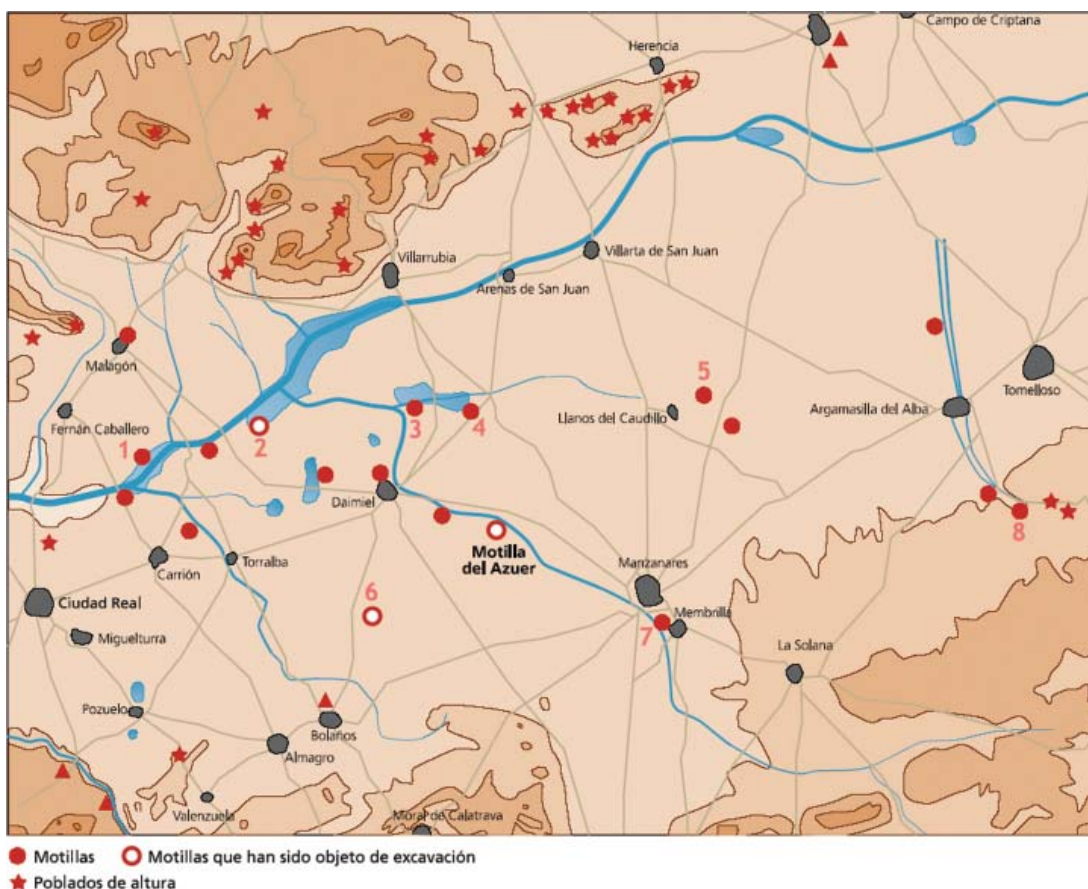


Fig. 1.—Mapa con la situación de la Motilla del Azuer (Daimiel, Ciudad Real) en La Mancha Occidental.

En efecto, si los componentes abióticos de los ecosistemas del pasado pueden ser estudiados directamente o reconstruidos indirectamente, ciertas variables, como las climáticas, pueden ser consideradas como un conjunto de predictores o funciones obligatorias dentro de los paleoecosistemas en estudio. Los componentes bióticos de los sistemas pueden así ser vistos como variables de respuesta. Procesos ecológicos notables y propiedades tales como variabilidad, tasa y naturaleza de la respuesta biótica al cambio ambiental, condiciones basales, umbrales, resiliencia, etc., pueden ser deducidos a partir de los registros paleoecológicos (Willis *et al.*, 2010).

Las investigaciones más recientes sobre la evolución paleoclimática del Holoceno muestran una variabilidad más alta de la previamente supuesta, con oscilaciones de carácter muy rápido, de décadas a centenares de años, que alteraron significativamente las condiciones climáticas (Mayewski *et al.*, 2004). Con este trabajo pretendemos desarrollar la primera reconstrucción paleoclimática realizada en la Península Ibérica a partir del registro arqueobotánico (palinológico) de un yacimiento arqueológico, mediante el

reconocimiento de las fluctuaciones paleoclimáticas durante la Edad del Bronce en La Mancha. El reciente desarrollo de metodologías y técnicas reconstructivas de los cambios paleoambientales, así como el de herramientas analíticas asociadas, permitirá la recreación de un escenario donde establecer hipótesis sobre la distribución de la flora y la cuantificación de las condiciones medioambientales en la que se desarrollaron. El impulso en la interpretación cuantitativa del pasado ha venido dado por la incorporación de aproximaciones matemáticas capaces de reproducir la dinámica paleoclimática que originó la distribución y biodiversidad de los ecosistemas, a escala espacio-temporal, vinculando la información autoecológica contemporánea con el registro fósil (Ter Braak *et al.*, 1993).

LA MOTILLA DEL AZUER. LOCALIZACIÓN Y CONTEXTO ARQUEOLÓGICO

La Motilla del Azuer se encuentra situada en la vega del río Azuer (39° 02' 40'' N, 3° 29' 39'' O, 640 m a.s.l.), en una pequeña depresión rodeada de suaves lomas a unos 10 km del municipio de Daimiel (Ciudad Real), en la región occidental de La Mancha (fig. 1; lám. I). El yacimiento ha sido objeto de un amplio programa de investigación y de conservación (1974-1986 y 2000-2010) que lo ha convertido en un monumento arqueológico excepcional y el más conocido entre los yacimientos manchegos de la Edad del Bronce (Nájera, 1982; Molina y Nájera, 1978; Nájera y Molina, 1977, 2004a, 2004b y 2004c; Molina *et al.*, 2005; Aranda *et al.*, 2008, Nájera *et al.*, 2004b, 2010 y 2012). Se trata de un pequeño asentamiento con una fortificación circular (fig. 2; lám. II) en la que se diferencian *grosso modo* dos espacios: el primero, articulado alrededor de una torre central de 12 m de altura a la que se accede mediante un complejo sistema de rampas y pasillos y delimitado por varias líneas circulares de murallas, entre las cuales se desarrollaron diversas actividades económicas como el almacenamiento y tostado de cereales (trigo duro común, escanda, cebadas vestidas y desnudas) y leguminosas (chícharos, guisantes y lentejas), la estabulación de ganado y la cocción de cerámica; el segundo corresponde a un gran patio trapezoidal en cuyo interior se abre un pozo muy profundo que alcanzó el nivel freático del acuífero 23 y permitió extraer agua a unos 16 m de profundidad bajo el nivel de la terraza (lám. III) (Molina y Nájera, 1987; Molina *et al.*, 2005; Nájera y Molina 2004; Nájera *et al.*, 2010, 2012; Teixidó *et al.*, 2013). Un tercer espacio corresponde a un poblado con varias cabañas dispersas de planta oval o subrectangular, hogares y fosas, emplazado alrededor del núcleo fortificado de 40 m de diámetro.

El clima de la zona está caracterizado por su naturaleza continental con importantes variaciones térmicas, pocas lluvias (alrededor de 400 mm/anuales) y falta de cursos de agua permanentes en grandes áreas de la región. Sin embargo, la escasez de agua es mitigada por las áreas pantanosas y las lagunas permanentes y estacionales, cuyo ejemplo más singular son las Tablas de Daimiel, y muy especialmente por la presencia de un gran acuífero (el 23), uno de los más importantes en la Península Ibérica.

Conocemos bien la cronología de la ocupación de la Motilla del Azuer gracias a las más de 60 dataciones de ¹⁴C realizadas sobre semillas, restos de vegetación arbustiva de vida corta, madera utilizada en la construcción y huesos humanos y de animales, que han permitido situar el momento inicial de la fortificación hacia el 2200 cal AC, durante el

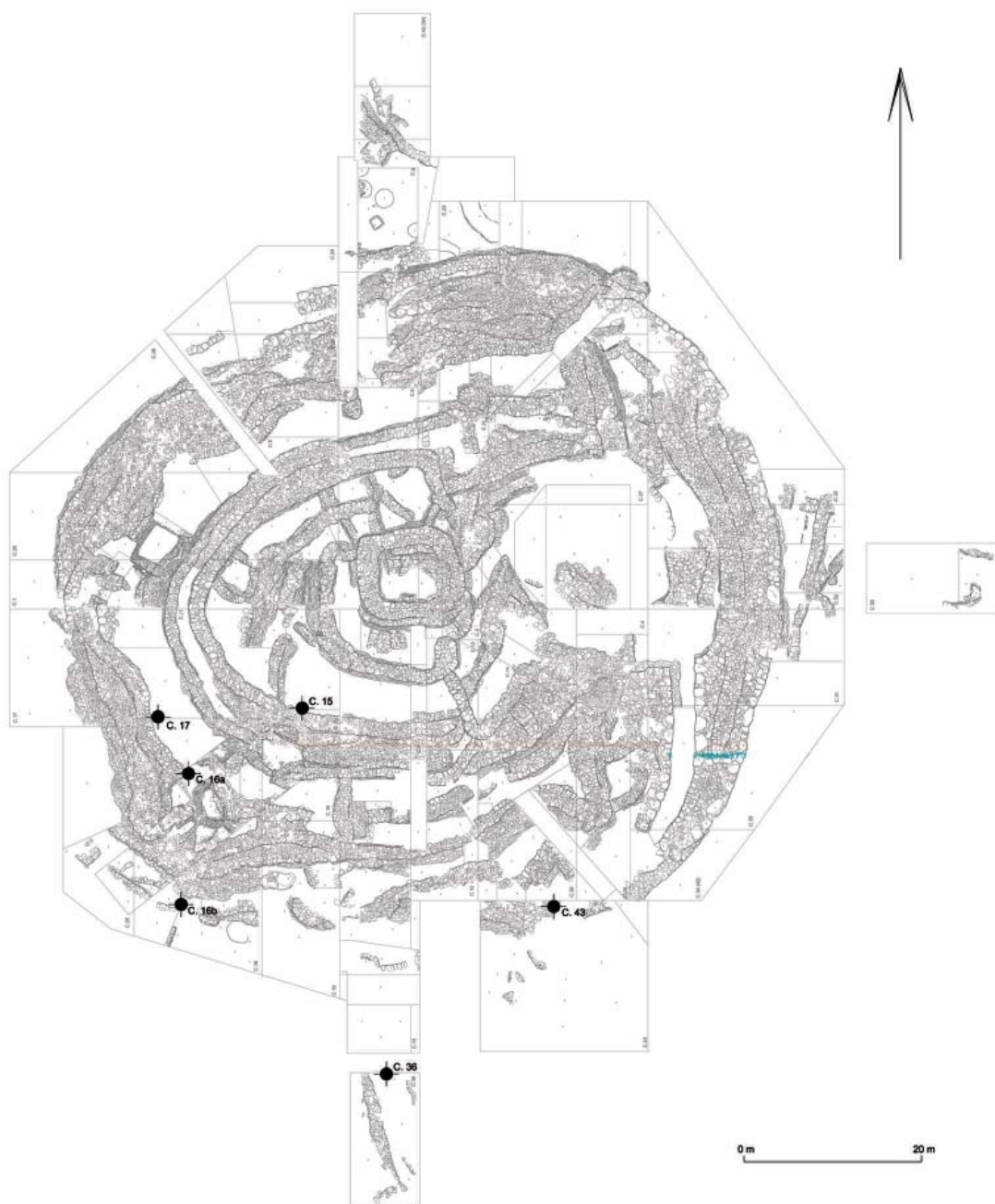


Fig. 2.—Planta con las diferentes áreas y estructuras del yacimiento fortificado de la Motilla del Azuer y ubicación de los muestreos paleopalinológicos.

Bronce Antiguo, y su abandono en torno al 1350 cal AC, en el Bronce Tardío. La tabla 1 ofrece una relación de aquellas dataciones de ^{14}C procedentes de contextos arqueológicos de la Motilla del Azuer relacionados con los muestreos palinológicos seleccionados para este estudio. Su calibración y la suma de probabilidades del conjunto de dataciones confirman la secuencia del yacimiento entre *ca.* 2200 y 1350 cal BC (fig. 3), que se corresponde muy bien a las fechas obtenidas en otros yacimientos parecidos de La Mancha (Fernández Posse *et al.*, 1996; Benítez de Lugo, 2011b). Las 15 dataciones incluidas en la tabla han sido realizadas sobre restos de carbón procedentes de ramas o sobre huesos humanos, por lo que en ambos casos se trata de materiales de vida corta (López, 2008).

TABLA 1
 DATACIONES RADIOCARBÓNICAS Y FASES CRONOCULTURALES DE LA MOTILLA DEL AZUER
 (Las dataciones han sido calibradas a partir de la datación estándar BP y su respectiva desviación típica mediante el programa Calib 6.1.1 que trabaja con los datos de la curva IntCal09, Reimer *et al.*, 2009).

<i>N.º Laboratorio</i>	<i>Tipo Muestra</i>	<i>Fecha BP</i>	<i>1 σ cal BC</i>	<i>2 σ cal BC</i>
FASE 1 (<i>ca.</i> 2200/2150-2000 cal BC)				
Beta229993	Huesos Humanos	3780 \pm 40	2283-2141	2342-2041
Beta325505	Huesos Humanos	3670 \pm 30	2131-1980	2138-1957
FASE 2 (<i>ca.</i> 2000-1800 cal BC)				
Ua38423	Carbón	3642 \pm 37	2116-1949	2135-1915
Ua38424	Carbón	3630 \pm 35	2034-1941	2131-1895
Beta229995	Huesos Humanos	3620 \pm 50	2109-1908	2139-1828
Ua38416	Huesos Humanos	3591 \pm 37	2012-1895	2113-1782
Beta229994	Huesos Humanos	3580 \pm 40	2011-1886	2034-1775
FASE 3 (<i>ca.</i> 1800-1600 cal BC)				
Ua38414	Huesos Humanos	3498 \pm 38	1882-1771	1923-1697
Ua38411	Huesos Humanos	3473 \pm 35	1877-1745	1888-1692
Beta230000	Huesos Humanos	3450 \pm 40	1874-1692	1885-1667
Beta325506	Carbón	3410 \pm 30	1748-1669	1866-1624
FASE 4 (<i>ca.</i> 1600-1400/1350 cal BC)				
Beta230001	Huesos Humanos	3330 \pm 40	1666-1534	1734-1515
Beta229992	Huesos Humanos	3310 \pm 50	1660-1521	1735-1461
Ua38415	Huesos Humanos	3172 \pm 36	1493-1417	1515-1392
Beta229999	Huesos Humanos	3120 \pm 40	1438-1319	1494-1297

La secuencia del hábitat fortificado (Nájera y Molina, 2004b; Nájera *et al.*, 2010, 2012) se desarrolla por tanto a lo largo de casi un milenio, con cuatro grandes fases, a las que hay que añadir algunos vestigios de un momento anterior (Fase 0), cuando, entre

Calibrated Age Ranges

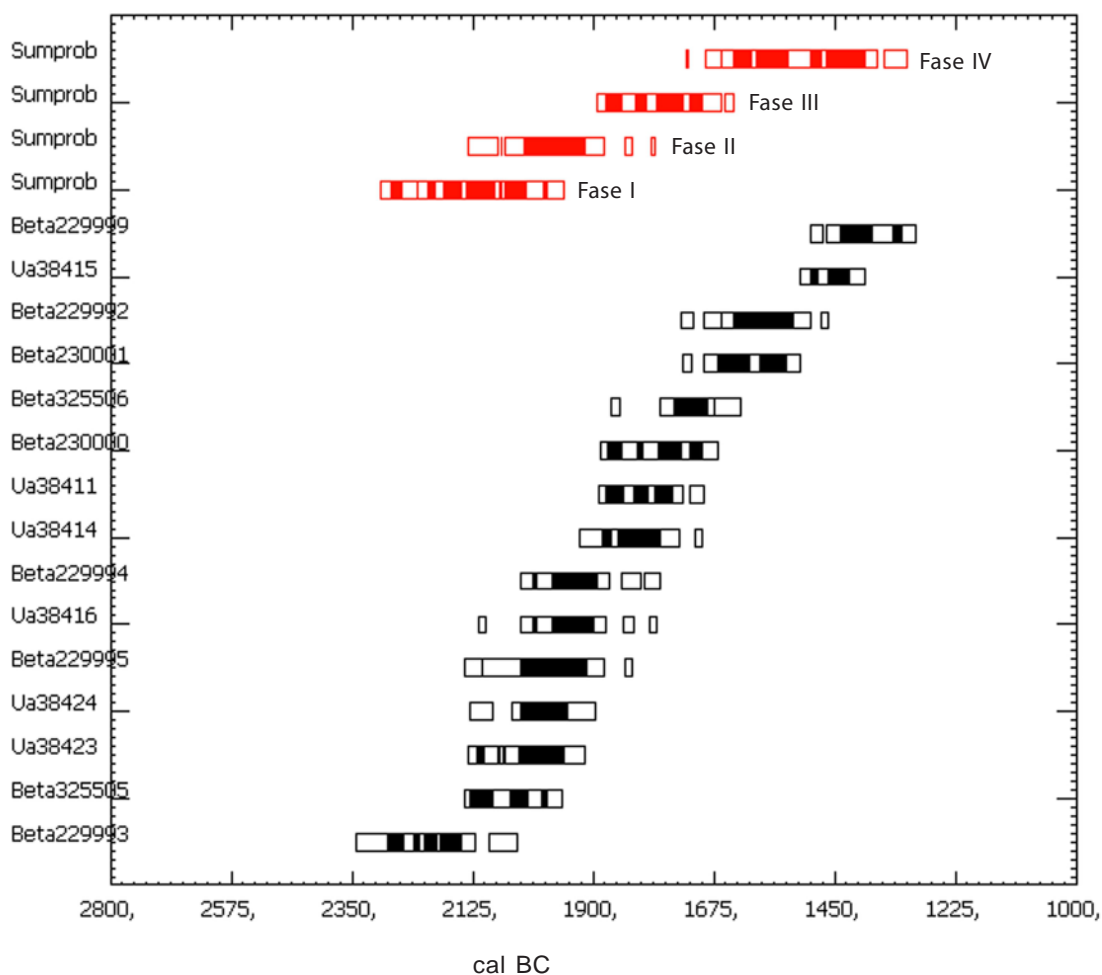


Fig. 3.—Gráfico que muestra la calibración de las 15 fechas ^{14}C disponibles en contextos arqueológicos de la motilla del Azuer relacionados con los muestreos palinológicos y la suma de probabilidades para el conjunto de dataciones de las cuatro fases en que se divide la secuencia del yacimiento (según el programa Calib 6.1.1 que trabaja con los datos de la curva IntCal09).

el 3000 y el 2800, pequeños grupos de población ocuparon esporádicamente la vega del río Azuer durante la Edad del Cobre abriendo fosas en las gravas y arcillas aluviales que fueron usadas como fondos de cabaña, silos y basureros, localizándose algunas de ellas bajo el asentamiento de la Edad del Bronce en la Motilla del Azuer.

Con la Fase I (2250/2200 a 2000 cal BC) se inicia la ocupación permanente del asentamiento, en lo que hemos definido como Bronce Antiguo. En estos momentos se construye la fortificación, levantándose al menos el núcleo más interno de la torre central

y la muralla intermedia, así como el patio oriental dónde se excavó el pozo. Es corriente el almacenaje de cereal en fosas, aunque ya en los momentos más recientes de esta fase se construyen grandes silos de mampostería en el interior de la fortificación. En la cultura material mueble destacan varias vasijas de cerámica con decoración Campaniforme.

El máximo desarrollo constructivo en la Motilla se sitúa en la Fase II durante los momentos antiguos y medios del Bronce Pleno (2000 a 1800 cal BC) con la construcción de los pasillos externos de acceso a la torre central, al tiempo que se reconstruye la muralla intermedia y en un momento más reciente se levanta la muralla exterior con sus complejas puertas que permiten la entrada a la fortificación. El acceso al interior del pozo se monumentaliza mediante la construcción de grandes rampas que descienden adosadas a los paramentos internos del mismo. En los recintos internos de la fortificación se construyen numerosos silos de mampostería anidados y hornos abovedados. Al exterior de las murallas el poblado se articula de forma más compleja, con viviendas y áreas abiertas de producción. Por último, se observa una intensificación en la explotación de recursos agropecuarios, con un mayor porcentaje de restos de ovicápridos y cerdos y un ligero aumento de huesos de caballo. En el interior de la fortificación también se realizaron actividades relacionadas con la gestión de recursos ganaderos, dándose de forma ocasional la estabulación de ovicápridos y cerdos, así como diversas actividades de carácter artesanal, que exigieron la construcción de hornos circulares con cubierta abovedada de barro.

En los momentos recientes del Bronce Pleno (1800-1600 cal BC), durante la Fase III, tiene lugar un aumento demográfico de la población de la Motilla del Azuer, cuando se desarrollan importantes remodelaciones constructivas en las murallas y se reorganizan los espacios internos de la fortificación ampliándose los mismos al desmantelarse los grandes silos de mampostería del período anterior. Para el almacenamiento de cereal se utilizaron en estos momentos grandes concentraciones de orzas de cerámica y cachos de esparto. El acceso al interior del pozo se simplifica mediante una sencilla plataforma y al exterior de la fortificación las zonas de viviendas se concentran, dejando grandes espacios abiertos entre ellas dónde se documentan extensos basureros y áreas dedicadas al procesado de productos relacionados con especies animales como el caballo, cuyos restos faunísticos, así como los de los bóvidos experimentan una mayor presencia en el registro arqueológico de estos momentos.

Durante el Bronce Tardío (1600 a 1400/1350 cal BC) se desarrolla el último período de ocupación de la Motilla (Fase IV), momento en el que se producen importantes cambios sociales, económicos y ambientales en La Mancha y en el propio asentamiento del Azuer. Se documenta una importante reorganización interna de la fortificación, desapareciendo los espacios dedicados al almacenamiento del cereal y colmatándose el pozo del patio oriental con masas de barro y piedras, hasta transformarse en una amplia cisterna. La fortificación exterior se reconstruye mediante un potente muro de carácter ciclópeo con grandes bloques de piedra desbastados. Sólo en esta fase más reciente del asentamiento se ocuparon como lugar de residencia los espacios más externos del área fortificada. Entre los grupos de casas del poblado, situados extramuros de la fortificación, se documentan también grandes áreas con una alta concentración de fosas o silos, restos de hogares, hornos y basureros. En la cultura material mueble también se producen importantes cambios, destacando la aparición de varios fragmentos de cerámica con decoraciones típicas del Horizonte Cogotas I.

MATERIAL Y MÉTODOS

Palinología

Para realizar el presente análisis polínico en el yacimiento de la Motilla del Azuer han sido estudiadas un total de 34 muestras procedentes de seis diferentes cortes estratigráficos (15, 16a, 16b, 17, 36 y 43), que se sitúan en las zonas meridional y occidental del yacimiento (fig. 2).

El tratamiento químico de las muestras sedimentológicas se llevó a cabo en el Laboratorio de Arqueobiología del CCHS (CSIC). El método usado para la extracción, tanto de los palinomorfos polínicos como no polínicos, fue el clásico en esta disciplina. Consiste en un primer ataque al sedimento con HCl para la disolución de los carbonatos, seguido de NaOH para la eliminación de la materia orgánica, y finalmente con HF para la eliminación de los silicatos (Burjachs *et al.*, 2003). El sedimento se trató además con ‘licor de Thoulet’ para la separación densimétrica de los microfósiles. La porción del sedimento que se obtuvo al final del proceso se conservó en gelatina de glicerina en tubos *ependorf*. No se procedió a la tinción de las muestras por la posibilidad de que ésta enmascare la ornamentación de ciertos tipos polínicos.

Tras el tratamiento y conservación las muestras se montaron en portaobjetos con cubreobjetos y posterior sellado con *histolaque*, para proceder al recuento de los distintos tipos polínicos y no polínicos al microscopio óptico.

Siempre que se ha dado una muestra por válida, el número de granos de polen contados o suma base polínica (S.B.P.) ha superado los 200 procedentes de plantas terrestres, albergando además una variedad taxonómica mínima de 20 tipos polínicos distintos (López-Sáez *et al.*, 2003). En el cálculo de los porcentajes se han excluido de la suma base polínica los taxa hidro-higrófilos y los microfósiles no polínicos, que se consideran de carácter local o extra-local, por lo que suelen estar sobrerrepresentados. Además se han excluido de ésta a Cichorioideae, Cardueae y *Aster* tipo debido a su carácter antropozoógeno (Bottema, 1975). El valor relativo de los palinomorfos excluidos se ha calculado respecto a la S.B.P.

En la identificación de los palinomorfos se han utilizado varios atlas polínicos y claves al uso siguiendo básicamente a Moore *et al.* (1991) y Reille (1992, 1995), mientras que en el caso de los microfósiles no polínicos se sigue a van Geel (2001). En la distinción de la morfología polínica del género *Plantago* se aceptan los postulados de Ubera *et al.* (1988). La identificación del morfotipo *Cerealia* se ha realizado de acuerdo a López Sáez *et al.* (2003) y Beug (2004).

El tratamiento de datos y su representación gráfica se ha realizado con ayuda de los programas TILIA y TGview, junto con el programa de tratamiento de imagen COREL DRAW para su perfeccionamiento (Grimm, 1992, 2004).

Paleoclimatología

Los estudios de las respuestas bióticas a los cambios ambientales, sobre un rango de escalas temporales en el pasado, provienen de la información paleoambiental (mayorita-

riamente de registros bioestratigráficos polínicos), a partir de la cual se deducen modelos del clima pasado mediante técnicas cuantitativas y estudios multivariantes conocidos como ‘funciones de transferencia’ (Birks, 1995; Birks *et al.*, 2010; López-Sáez *et al.*, 2010).

Aunque existen varios métodos de reconstrucción del pasado, basados en funciones de calibración multivariada, en este trabajo se ha optado por el denominado “método de regresión y calibración de la media ponderada por mínimos cuadrados parciales” (WAPLS), desarrollado por ter Braak y Juggins (1993), pues requiere una calibración estadística real en la que hay una respuesta explícita subyacente entre cada taxa y el modelo climático (Sadori *et al.*, 2013), o, lo que es lo mismo, entre la abundancia de cada taxa y el gradiente ambiental (Feurdean *et al.*, 2008).

Para llevar a cabo dicha reconstrucción paleoclimática del registro paleopolinológico de la Motilla del Azuer, se ha utilizado la base de datos de lluvia polínica del Grupo de Investigación Arqueobiología del CCHS (CSIC, Madrid), que contiene cerca de 2000 registros. El procedimiento, consiste básicamente en comparar cada una de las muestras fósiles con el conjunto de muestras actuales de lluvia polínica hasta encontrar las más próximas en composición, a partir de las cuales se pueden inferir las condiciones climáticas del pasado. En tal comparativa se utiliza una medida de disimilitud basada en la media ponderada de al menos las 25 muestras modernas más similares, con valores correspondientes a la inversa de la diferencias, de modo que aquéllas con menor disimilitud (o mayor similitud) tienen el mayor peso en la reconstrucción del clima. Para estimar o reconstruir las variables paleoclimáticas, se necesita modelar numéricamente las respuestas de los taxa actuales en relación a las variables del clima moderno (Ninyerola *et al.*, 2005). Una vez modeladas las relaciones entre ambas variables modernas, por medio de un análisis de regresión, la función de calibración resultante se utiliza para transformar los datos polínicos fósiles en estimaciones cuantitativas de las variables del clima del pasado (Birks *et al.*, 2010).

Por supuesto, para la correcta interpretación de las relaciones pretéritas entre vegetación y clima, es importante el conocimiento detallado de la composición moderna de los ecosistemas, los patrones de producción y dispersión polínica de cada especie vegetal, el rango ecológico/plasticidad actual y su capacidad adaptativa/sensibilidad a los cambios climáticos acaecidos a lo largo del Cuaternario (López-Sáez *et al.*, 2009a).

En este trabajo hemos utilizado la regresión WAPLS siguiendo las consideraciones de Birks *et al.* (2010), quienes afirman que la principal ventaja de este método reside en que produce modelos de calibración-función con menores RMSEP (raíz cuadrada del error de predicción) y sesgos que otros (Salonen *et al.*, 2012). Para la predicción de los errores de muestras específicas de las variables del clima pasado se ha utilizado cálculo mediante *bootstrapping* ($n = 1000$ ciclos) (Efron, 1979; Efron y Tibshirani, 1993; Feurdean *et al.*, 2008). El *bootstrapping* es un método de remuestreo usado para aproximar el sesgo o la varianza de un análisis estadístico, así como para construir intervalos de confianza o realizar contrastes de hipótesis sobre parámetros de interés. Todos los procedimientos estadísticos y funciones de transferencia fueron realizadas mediante el uso del software C2 1.7.4 (Juggins, 2007).

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

Las figuras 4 y 5 muestran los diagramas polínicos de porcentajes relativos de árboles-arbustos y herbáceas, e higrófitas y microfósiles no polínicos respectivamente. La figura 6 ofrece una síntesis de las anteriores agrupando los palinomorfos por afinidades ecológicas. A pesar de proceder de distintos cortes estratigráficos, en las figuras precedentes las muestras se han ordenado en orden diacrónico, desde las más antiguas (base) a las más modernas (techo).

Todas las muestras fueron fértiles, polínicamente hablando, excepto las tres procedentes del corte 16b y la muestra 2 del corte 43 que han resultado estériles, cuya naturaleza arcillosa posiblemente sea la razón de tal esterilidad (López-Sáez *et al.*, 2003). En general, el espectro polínico de todas las muestras es, en apariencia, bastante homogéneo, con dominio porcentual de las herbáceas (> 50%).

La figura 7 representa el diagrama de evolución paleoclimática, del registro de la Motilla del Azuer, obtenida mediante la técnica WAPLS.

Para llevar a cabo una descripción pormenorizada del registro paleopalinológico de la Motilla del Azuer, y una más fácil lectura de la evolución diacrónica de la vegetación durante la Edad del Bronce, se han establecido una serie de zonas polínicas siguiendo la clasificación divisiva obtenida con el programa Coniss (Grimm, 1987), que se corresponden con las distintas fases cronológicas establecidas en este yacimiento y descritas más arriba (fig. 3, tabla 1).

Fase I (2200/2150-2000 cal BC)

Esta fase está recogida en la única muestra fértil del corte 43 (m1), así como en las 5 muestras basales (m1 a m5) del corte 15 de la Motilla del Azuer. Los espectros polínicos de esta fase muestran un paisaje relativamente deforestado con porcentajes de árboles en torno al 25-30%, 10-15% para los arbustos y el resto para palinomorfos herbáceos (figs. 4 y 6).

Entre los árboles (fig. 4), el elemento más importante es la encina (*Quercus perenifolia*, ca. 10%), mientras que otros posiblemente tengan un carácter extra-regional en base a sus bajos porcentajes, caso del pino albar (*Pinus sylvestris*) y los pinos mediterráneos (*Pinus halepensis/pinea*), el abedul (*Betula*), el avellano (*Corylus*) y los robles o quejigos (*Quercus caducifolia*), ya sea a partir de las estribaciones montañosas del Sistema Central en los primeros, o de los Montes de Toledo en los otros (López-Sáez *et al.*, 2010). La presencia del alcornoque (*Quercus suber*) es significativa, aunque su bagaje porcentual sea muy bajo (< 1%), reflejando posiblemente la existencia de algunos pies de esta especie sobre suelos más profundos.

Entre la flora arbórea es importante señalar la presencia de algunos elementos propios del bosque ripario, como los ya citados abedul y avellano, pero también del fresno (*Fraxinus*), sauce (*Salix*), tamarindo (*Tamarix*) y olmo (*Ulmus*) (fig. 4), cuya presencia conjunta en esta fase permitiría admitir la existencia de una orla de bosque escasa en los entornos ribereños locales (fig. 6) y cierto grado de humedad a nivel edáfico.

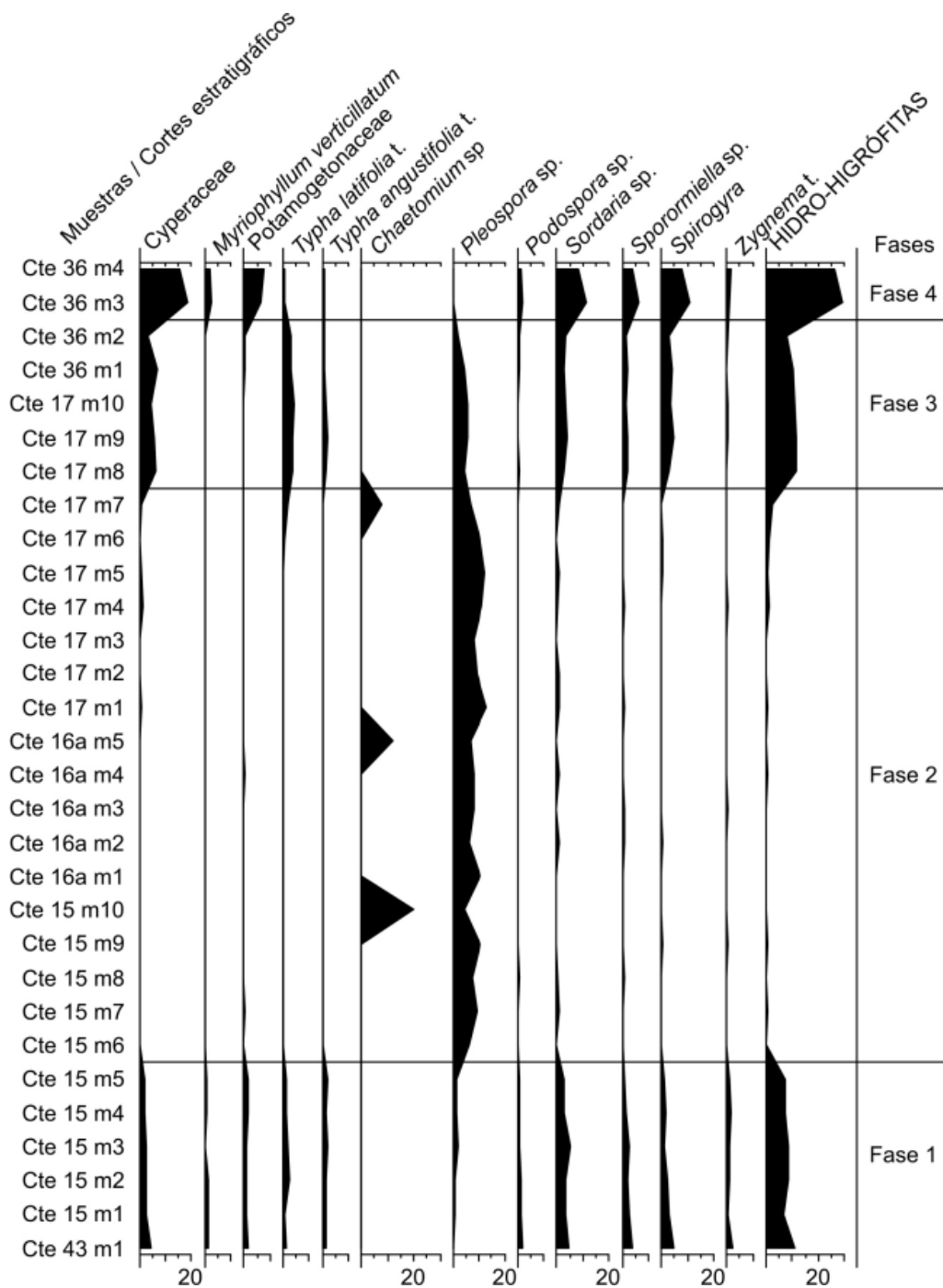


Fig. 5.—Diagrama palinológico de porcentajes de hidro-higrófitas y microfósiles no polínicos de la motilla del Azuer.

Entre el cortejo arbustivo predominan elementos propios de las etapas degradativas del bosque, tipo jaral (*Cistus*), *Rhamnus*, Labiatae, retamar (*Retama*) o brezal (*Erica arboorea*), así como otros característicos de situaciones más térmicas y condiciones climáticas más áridas (maquía xerotermófila), caso del acebuche (*Olea europaea*), el labiérnago (*Phillyrea*) y el lentisco (*Pistacia lentiscus*), entre otros (figs. 4 y 6).

Entre la flora herbácea (fig. 4) varios son los elementos destacables, tal y como a continuación se comenta. En primer lugar la presencia constante de polen de cereal (*Cerealia*), en porcentajes suficientes en todo momento (> 3%) para admitir su cultivo local en el entorno inmediato del yacimiento (Beug, 2004; López-Sáez y López-Merino, 2005). En paralelo, en dos de las muestras se confirma la presencia de polen de guisante (*Pisum sativum*) e incluso altos porcentajes de Fabaceae indiferenciadas, aunque dado su carácter zoófilo su documentación es más escueta. Ambos cultivos se acompañan de un cortejo de malas hierbas (figs. 4 y 6) relativamente importante (Caryophyllaceae, *Centaurea cyanus*, *Malva sylvestris*) (Behre, 1986). En segundo lugar, los elementos antrópico-nitrófilos (Cardueae, Cichorioideae, *Aster*) superan el 10% en esta fase, llegando incluso

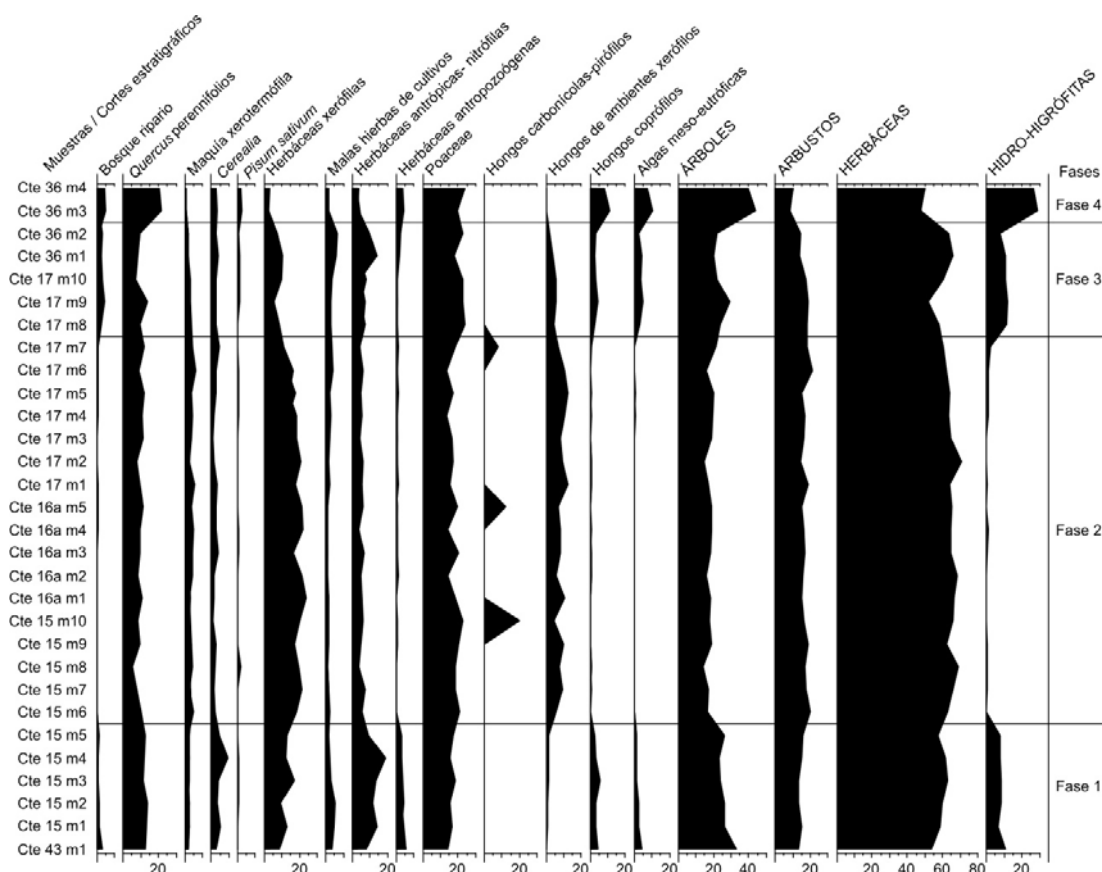


Fig. 6.—Diagrama palinológico sintético de la motilla del Azuer según afinidades ecológicas.

al 20%, indicando una antropización del paisaje bastante alta (figs. 4 y 6) (Behre, 1981; López-Sáez *et al.*, 2003), que podría explicar la situación de bosque deforestado antes comentada respecto al encinar, así como la relativa abundancia de elementos arbustivos propios de la degradación de la cobertura arbórea.

En consonancia con las actividades agrícolas, palinológicamente hablando, pueden confirmarse actividades ganaderas en el entorno próximo al yacimiento, ya que se hacen abundantes elementos antropozoógenos como Chenopodiaceae, *Plantago* o *Urtica*, así como hongos coprófilos (*Podospora*, *Sordaria*, *Sporormiella*) que demuestran la presencia *in situ* de una cabaña ganadera (López-Sáez *et al.*, 1998, 2000; López-Sáez y López-Merino, 2007) y el desarrollo de planicies de pastos vivaces antropozoógenos poblados de Poaceae (figs. 4-6), el elemento herbáceo más importante en esta fase (15-20%).

Finalmente, resulta muy significativa la comparativa, a lo largo de la fase I, entre la abundancia de un elemento xerófilo, característico de climas áridos, como *Artemisia* (10-17%, fig. 4), y la escasa importancia de los elementos higro-hidrófilos como Cyperaceae (< 5%), Ranunculaceae, *Typha*, *Myriophyllum* o Potamogetonaceae (< 1%) (figs. 5 y 6). Estos hechos permitirían confirmar que la fase I corresponde a un periodo árido, posiblemente también térmico por la presencia de los elementos xerotermófilos antes citados (acebuche, labiérnago, lentisco), donde, en cualquier caso, en el entorno inmediato del yacimiento permanecería una lámina de agua suficiente para albergar elementos acuáticos o hidrófilos (*Myriophyllum* o Potamogetonaceae), así como un nivel freático lo suficientemente alto para permitir la orla de ripisilva ya descrita y la presencia de elementos higrofilos tipo juncuales (Cyperaceae) o espadañares (*Typha*). De hecho, en esta fase se identifican esporas algales de diversas Zygnemataceae como *Spirogyra* o *Zygnema* (fig. 5), cuya presencia indicaría la existencia de una lámina de agua escasa, con poco movimiento, y con características meso-eutróficas (fig. 6), ricas en materia orgánica disuelta (López-Sáez *et al.*, 1998, 2000).

Los resultados obtenidos en la reconstrucción paleoclimática (fig. 7) permiten observar que en esta fase la diacronía del clima responde a unas condiciones de continentalidad muy marcadas, con valores extremos tanto en las temperaturas máximas (TMAX) como en las mínimas (TMIN), donde las precipitaciones disminuyen progresivamente a lo largo de todo su intervalo temporal (2200/2150-2000 cal BC). Se denota una influencia sustancial de las temperaturas mínimas y máximas sobre la precipitación, cuyos valores máximos coinciden con una disminución de todos los parámetros pluviométricos, mientras que en los puntos donde se enfrentan valores altos de TMAX y bajos de TMIN, la curva pluviométrica tiende a estabilizarse, pero continúa su disminución a lo largo de toda la fase.

Fase II (2000-1800 cal BC)

Esta fase está recogida en las 5 muestras superiores (m6 a m10) del corte 15, en las 5 del corte 16^a (m1 a m5), así como en las 7 inferiores del corte 17 (m1 a m7). Sus espectros polínicos muestran un paisaje aún más deforestado que en la anterior fase, con porcentajes de polen arbóreo siempre por debajo del 20% y donde los elementos fundamentales siguen siendo los de la fase previa (figs. 4 y 6), incluyendo aquellos elementos citados con carácter extra-regional.

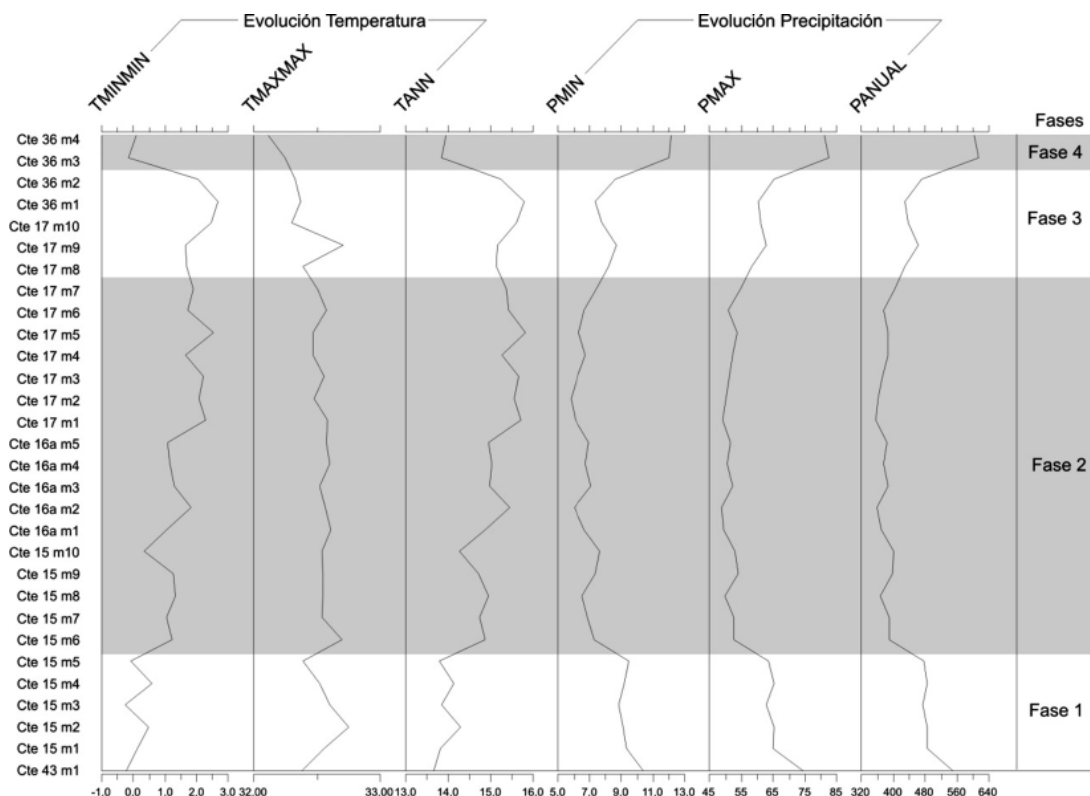


Fig. 7.—Reconstrucción paleoclimática del registro palinológico de la motilla del Azuer utilizando la técnica WAPLS (media ponderada por mínimos cuadrados parciales), donde se representan los valores mensuales del mes más frío y más cálido (TMIN, TMAX), y los valores anuales promediados de temperatura (TANN); así como los índices pluviométricos del mes más lluvioso y el más seco (PMAX, PMIN) y los registros anuales de precipitación (PANN).

No obstante, un hecho muy reseñable que acontece en esta fase es la casi completa desaparición de los elementos del bosque ripario (< 1%, fig. 6), particularmente de fresno, saúce, tamarindo y olmo, que sólo aparecen de manera esporádica y con porcentajes muy bajos (fig. 4). En consonancia con la deforestación manifiesta del encinar (*Quercus perenni-folios* < 10%), los elementos arbustivos de etapas degradativas son ahora más abundantes, especialmente los brezos (*Erica*). Acebuche, labiérnago y lentisco tienen ahora porcentajes más altos (fig. 4), con lo que el valor total de la maquia xerotermófila se incrementa (fig. 6), posiblemente como consecuencia de condiciones climáticas más térmicas y áridas.

Este aumento de la aridez, que habría provocado la reducción del bosque ripario y una mayor abundancia de elementos xerotermófilos, se ve claramente refrendado por una subida considerable del porcentaje de *Artemisia*, elemento herbáceo muy significativo característico de climas fundamentalmente áridos. Este palinomorfo eleva su porcentaje por encima del 20% en algunas muestras, mientras en paralelo los elementos típicos de

ambientes húmedos (bosque ripario, hidro-higrófitos) ofrecen sus porcentajes más bajos de la secuencia palinológica, por debajo del 1% (figs. 5 y 6). De hecho, taxa hidro-higrófitos como Potamogetonaceae, *Typha angustifolia* o *Myriophyllum* desaparecen, mientras que Cyperaceae, *Typha latifolia* o las dos algas Zygnemataceae antes citadas (*Spirogyra* y *Zygnema*) reducen sensiblemente sus porcentajes (fig. 5), señalando sin duda una disminución muy importante de la lámina de agua en el entorno próximo del yacimiento. Sin lugar a dudas, otro elemento a favor de señalar esa fase II como un periodo especialmente árido, es la diagnosis de esporas fúngicas de *Pleospora*, indicativas de ambientes muy secos como los que se advierten (López-Sáez *et al.*, 2000).

En cuanto a las actividades productivas, la presencia de polen de cereal es continua en toda la fase II mientras que la del guisante sigue siendo esporádica, pero aún así pueden confirmarse ambos cultivos (fig. 4). De hecho, en cuanto al cereal, sus porcentajes son inferiores (< 2%) en general a la fase I, lo que podría permitir suponer una menor extensión de los cultivos o una mayor lejanía de éstos respecto a la ubicación de las muestras palinológicas teniendo en cuenta el carácter autógamo de los pólenes de cereal y su poca capacidad dispersiva (López-Sáez y López-Merino, 2005). En cambio, aunque se sigue advirtiendo la presencia de elementos antropozoógenos y hongos coprófilos (figs. 5 y 6), los porcentajes de todos ellos son mucho más bajos que en la fase I, por lo que indudablemente puede suponerse que la presión pastoral sobre el paisaje circundante al yacimiento tuvo que ser menor en esta fase árida que en la anterior. De alguna manera estos hechos también se reflejan en la curva de antrópicas-nitrófilas (fig. 6), cuyo porcentaje (*ca.* 7%) es igualmente más bajo que en la fase precedente, sobre todo por los bajos valores de Cichorioideae.

No obstante, la presencia de ascosporas carbónicas de *Chaetomium* así como de un elemento pirófilo como *Asphodelus albus*, permiten aceptar la ocurrencia local de algunos procesos de incendio, probablemente de origen antrópico (López-Sáez *et al.*, 1998). En definitiva, podría pensarse que como consecuencia de un periodo climático muy árido, durante la fase II se redujeron considerablemente las actividades antrópicas en el entorno inmediato del yacimiento, tanto las relacionadas con el pastoreo como con la agricultura, todo lo cual incidió igualmente en una menor presión antrópica general sobre todo el paisaje circundante.

Desde un punto de vista paleoclimático (fig. 7), esta fase se caracterizaría por los valores mínimos de pluviometría a lo largo de la secuencia temporal de la Motilla del Azuer (PANN < 400 mm), así como por máximos en los parámetros de temperatura media anual (TANN). Estos valores permiten confirmar el desarrollo de condiciones muy áridas y térmicas en la comarca entre 2000 y 1800 cal BC. No obstante, los valores de temperatura del mes más frío (TMIN) se elevan, como la TANN, al contrario de los del mes más cálido (TMAX) que tienen a suavizarse y permanecer relativamente constantes, todo lo cual confirma una menor continentalidad comarcal.

Cabe resaltar que las temperaturas mínimas (TMIN) a lo largo de esta fase varían mucho más que las máximas (TMAX), lo cual repercute en mayor medida sobre los promedios anuales (TANN). Asimismo, se observa una correlación inversa entre la temperatura y la pluviosidad, ya que máximos de la TMIN corresponden a mínimos de la PANN y viceversa.

Fase III (1800-1600 cal BC)

Esta fase está recogida en las 3 muestras superiores del corte 17 (m8 a m10), así como en las dos muestras inferiores del corte 36 (m1 y m2). *Grosso modo*, esta fase se asemeja mucho a la fase I, pues en cierta manera se recuperan las condiciones de humedad, aumentando el nivel de la lámina de agua y con ello reapareciendo, con porcentajes más altos, elementos del bosque ripario tales como saúce (*Salix*), olmo (*Ulmus*) y tamarindo (*Tamarix*) (figs. 4 y 6).

Esta recuperación de la humedad edáfica también se ve reflejada en una disminución importante de los elementos xerófilos (figs. 4 y 6), particularmente de *Artemisia* (< 10%) y *Pleospora*, señalando por tanto que aún estando en una fase árida ésta lo es menos que la precedente. De hecho, además de una mayor proliferación de los elementos del bosque ripario, también se detecta la progresión de taxa hidro-higrófilos (ca. 20%), particularmente de Cyperaceae, *Typha latifolia* y *T. angustifolia*, así como de las algas Zygnemataceae (fig. 5), señalando claramente la recuperación de una lámina de agua semejante a la de la fase I y si cabe incluso más elevada.

Las formaciones de quercíneas perennifolias (encinares) se reducen ligeramente, posiblemente como consecuencia de una presión antrópica mayor, ya que los elementos antrópico-nitrófilos aumentan (fig. 6). En efecto, esta fase supone una recuperación de los elementos antropozoógenos (*Plantago lanceolata*) y antrópico-nitrófilos (*Aster*, Cardueae, *Centaurea cyanus*, Cichorioideae, *Malva sylvestris*), a la vez que de hongos coprófilos (*Sordaria*, *Sporormiella*) (figs. 4 y 5), señalando que la presión pastoral ahora es más importante que en la fase II y que como consecuencia de ello la antropización también se incrementa. En este sentido, cabría señalar la coincidencia entre una mayor presión pastoral en momentos donde la lámina de agua existe como tal (fases I y III), y una disminución de ésta muy importante en momentos más áridos como los de la fase II. En cuanto a la agricultura, polen de cereal y guisante se siguen documentando, continuándose su cultivo.

La reconstrucción paleoclimática (fig. 7) muestra un clima todavía cálido, que conlleva el mantenimiento de la maquia xerotermófila (fig. 6), aunque las temperaturas del mes más cálido (TMAX) tienden a disminuir (veranos más frescos) mientras que las del mes más frío (TMIN) aumentan, aunque al final de la fase ambas coinciden en su dinámica. La temperatura media anual, en cambio, muestra un aumento progresivo al principio y un descenso al final, siguiendo la tónica de las TMIN. Las precipitaciones, por su parte, aumentan en todos sus parámetros de una manera progresiva y exponencial a lo largo de esta fase, mostrando, como antes, una dinámica inversa a la TMIN. En resumen, la fase III se muestra como un periodo con una tendencia progresiva al aumento de las precipitaciones, muy marcado en su etapa final.

Fase IV (1600-1400/1350 cal BC)

Esta fase está recogida únicamente en las 2 muestras superiores (m3 y m4) del corte 36. Sin lugar a dudas, lo que mayormente la caracteriza es un aumento de la humedad, edáfica y ambiental, considerable. Estos hechos se ven refrendados en la subida por-

centual de los elementos hidro-higrófitos (> 20%), fundamentalmente de Cyperaceae, Potamogetonaceae y *Myriophyllum* (fig. 5), así como de algunos elementos del bosque ripario (saúce, olmo) y *Spirogyra* (figs. 4-6), demostrando la existencia de un nivel freático relativamente elevado. Se trataría, sin duda alguna, del periodo más húmedo en toda la secuencia diacrónica del perfil polínico de la Motilla del Azuer.

En paralelo, como cabría esperar, un aumento tan importante de la humedad provoca el descenso porcentual de los elementos xerófilos (*Artemisia* 1%, desaparición de *Pleospora*) así como de la maquia xerotermófila (figs. 4 y 6). En esta fase los palinomorfos antrópico-nitrófilos son menos abundantes (fig. 6), lo que incidiría en una menor presión antrópica sobre el bosque circundante. En efecto, otro hecho que caracteriza esta fase es la recuperación del bosque de quercíneas, del encinar, ya que los valores de *Quercus perennifolia* alcanzan hasta el 20%. La mayor representatividad en esta fase, tanto del alcornoque (*Quercus suber*) como de robles/quejigos (*Quercus caducifolia*) puede estar relacionada con esas condiciones más húmeda citadas.

Aunque la presión antrópica disminuya, en cambio la presión pastoral es posiblemente la más alta de toda la secuencia, pues tanto los elementos antropozoógenos (*Plantago lanceolata*, *P. major/media*, *Urtica dioica*) como los hongos coprófilos (*Podospora*, *Sordaria*, *Sporormiella*) muestran valores máximos (figs. 4-6). Podría, por tanto, establecerse la misma relación causa-efecto ya señalada, en la cual la presión pastoral se incrementa en una fase húmeda, más en esta fase IV que corresponde al periodo más húmedo de todo el intervalo cronológico aquí considerado. Agricultura del cereal y leguminosas sigue confirmándose de manera continua.

Paleoclimáticamente (fig. 7) esta fase es característicamente húmeda y con temperaturas inferiores respecto a las anteriores, sobre todo en TMAX que alcanzan sus valores más bajos. Todos los parámetros de precipitación se incrementan, alcanzando la PANN valores sobre 600 mm.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Paisaje y economía

Las reconstrucciones previas en la Motilla del Azuer, a partir de estudios antracológicos, habían descrito la existencia de un paisaje de dehesa tipo parque dominado por encinas, alcornoques y otras quercíneas caducifolias (robles, quejigos), así como por un estrato arbustivo de enebros, madroños, jaras y lentiscos, en general siempre bajo condiciones climáticas térmicas (Rodríguez *et al.*, 1999; Nájera y Molina, 2004a, 2004b). El presente registro palinológico de la Motilla del Azuer muestra que el porcentaje de polen arbóreo es escaso a lo largo de toda su secuencia, con un 25-30% durante la fase 1, menos del 20% en la fase 2, y con tendencia a aumentar en las dos fases siguientes alcanzando el 40% en la fase IV. El elemento mayoritario es la encina (*Quercus rotundifolia*), cuyos valores no sobrepasan nunca el 15% salvo en la fase IV donde llegan al 20%.

Estudios multivariantes aplicados a la lluvia polínica actual de este tipo de formaciones forestales (encinares) (López-Sáez *et al.*, 2010) han demostrado que los paisajes de dehesa albergan porcentajes de polen de encina del orden del 12-35%, siendo muy frecuentes

herbáceas antropozoógenas y hongos coprófilos, mientras que en los paisajes abiertos sin cobertura forestal —tipo espartales o retamares— el porcentaje de polen de encina es inferior al 10% y el de Poaceae del orden del 23-65% abundando taxa arbustivos y herbáceas antrópicas-nitrófilas. Trasladando estos datos al registro polínico de la Motilla del Azuer, resulta difícil confirmar que una dehesa de encinas fue el paisaje predominante a lo largo de todo el discurrir cronológico de esta motilla, salvo en la fase IV, mientras que en las tres precedentes es probable que apenas se encontraran pies de encina dispersos en el paisaje aledaño al yacimiento.

El encinar castellano-manchego basófilo potencial (*Asparago acutifolii-Quercetum rotundifoliae*) del territorio (Rivas, 2007) estuvo muy alterado durante la Edad del Bronce en La Mancha, hasta el punto de casi desaparecer en el entorno inmediato de la Motilla del Azuer. De hecho, como se ha comentado, apenas pervivieron pies dispersos de encina (e incluso de coscoja, *Quercus coccifera*) durante toda su trayectoria, salvo en la fase final ca. 1600-1400/1350 cal BC en que se recupera. Entre ca. 2200 y 1600 cal BC el entorno de la Motilla del Azuer apenas tuvo cobertura arbórea, salvo en los ambientes más húmedos, siendo el paisaje más característico el de amplias planicies herbáceas ocupadas por gramíneas, elementos nitrófilos y antrópicos y por pastizales antropozoógenos, e incluso por una relativamente importante cobertura arbustiva de jaras (*Cistus*), brezos (*Erica*), Labiatae, retamas (*Retama*), enebros (*Juniperus*) y *Rhamnus*. Estos datos corroborarían la abundancia de liebres, topillos y algunas aves esteparias o de ambientes abiertos (avutarda, alcaraván, perdiz, grulla) entre la fauna de la Motilla del Azuer (Driesch y Boessneck, 1980; Nájera, 1984). En exposiciones más térmicas prosperarían algunos elementos arbustivos más adaptados a condiciones de xericidad como el acebuche (*Olea europaea*) —presente también en los análisis carpológicos (Buxó, 1990)—, *Phillyrea* o *Pistacia* —documentados en el registro antracológico (Rodríguez *et al.*, 1999)—. En el análisis polínico no se ha identificado polen de madroño (*Arbutus unedo*), por lo que su presencia en el estudio antracológico podría estar referida a su selección natural, probablemente a partir de las poblaciones existentes en Montes de Toledo.

En el mismo sentido, el escaso bagaje porcentual de algunos taxa arbóreos (< 5%), caso del abedul (*Betula*), avellano (*Corylus*), el pino albar (*Pinus sylvestris*), los pinos mediterráneos (*Pinus halepensis/pinea*), alcornoque u otros *Quercus* caducifolios en el registro fósil de la Motilla del Azuer, podría referirse a su procedencia regional o extra-regional que no a su presencia local en el entorno del yacimiento como se había interpretado según el registro antracológico.

En paralelo, la ausencia de vegetación de ribera entre los restos antracológicos hizo pensar en la inexistencia de cursos de agua importantes en las proximidades de la Motilla del Azuer (Rodríguez *et al.*, 1999; Nájera y Molina, 2004b). Sin embargo, el registro palinológico resulta muy evidente, pues especies arbóreas típicas de la ripisilva, como fresno (*Fraxinus*), sauce (*Salix*), olmo (*Ulmus*) o tamarindo (*Tamarix*), están presente de una forma más o menos continua a lo largo de todo el registro, aunque es cierto que aumentan notablemente en las últimas fases. En definitiva, un bosque ripario, rico a nivel cualitativo de especies, pobló los humedales cercanos al yacimiento, donde además de los taxa arbóreos citados se desarrolló un amplio elenco de vegetación hidrófila e hígrófila comentada con anterioridad. Estos datos corroboran lo apuntado por otros análisis polínicos regionales (Menéndez y Florschütz, 1970; García *et al.*, 1986; Valdeolmillos,

2005), e incluso por el estudio de la fauna de la propia motilla que señala la presencia de algunas, aunque escasas, aves típicas de ámbitos acuáticos o pantanosos (sobre los aproximadamente 12.000 restos faunísticos estudiados, aparecen 38 de aves de los que sólo 4 huesos pertenecen a aves relacionadas con ambientes húmedos, según Driesch y Boessneck, 1980).

Desde un punto de vista paleoeconómico, el registro palinológico demuestra claramente la existencia en el entorno inmediato del yacimiento, y durante todo su desarrollo diacrónico, de cultivos de cereal y ciertas leguminosas (guisante), así como cierta presión ganadera local, con la posibilidad incluso de estabulación en el interior del asentamiento, con mayor incidencia paleoambiental durante las fases 1, 3 y 4, corroborado, esto último, por la aparición de una importante concentración de coprolitos de ovicápridos y cerdos en ciertos puntos del yacimiento (Nájera y Molina, 2004b). Los datos polínicos de la Motilla del Azuer, a su vez, concuerdan plenamente con los ofrecidos por los análisis zooarqueológicos (Driesch y Boessneck, 1980; Nájera 1984; Nájera y Molina, 2004b) y carpológicos (Buxó, 1990), que demuestran: (1) una numerosa cabaña ganadera de ovicápridos explotados como recurso cárnico pero también por su leche y lana, y en menor medida de súidos, bóvidos y équidos; (2) una agricultura cerealística extensiva de secano con rotación de cultivos, basada fundamentalmente en trigos y cebadas (*Triticum dicoccum*, *T. monococcum*, *T. durum/aestivum*, *Hordeum vulgare* var. *nudum*, *Hordeum vulgare*), en alternancia con leguminosas como guisantes (*Pisum sativum*), lentejas (*Lens culinaris*) y chícharos/almortas (*Lathyrus sativus*). Semejantes evidencias carpológicas han sido también documentadas en otras motillas de La Mancha (Llorach *et al.*, 2000; Fernández Posse *et al.*, 2008).

Las motillas y la paleoclimatología

A pesar de que el estudio de las primeras comunidades metalúrgicas de La Mancha esté aún pendiente de un desarrollo e investigación sistemática, fruto del reducido número de yacimientos excavados, puede afirmarse que varias de las motillas manchegas que se desarrollaron en esta comarca durante la Edad del Bronce, lo hicieron sobre un sustrato con claros elementos de raigambre calcolítica, siendo los niveles inferiores de la Motilla del Azuer un buen ejemplo de estos hechos (Nájera *et al.*, 2012). Existen pues suficientes evidencias para descartar que esta comarca estuvo deshabitada o fue un área retardaria respecto a otras (Nájera y Molina, 2004b; Benítez de Lugo, 2011a, 2011b).

Durante los últimos momentos del mundo calcolítico se produce una importante crisis en la mayor parte del territorio peninsular, con la incidencia de fenómenos como el desarrollo del Campaniforme y la aparición de nuevas tecnologías, así como de un aumento de la violencia, según muestra el desarrollo de las fortificaciones y el aumento de las armas de cobre. Estas influencias llegaron a la zona manchega del Alto Guadiana aportando al sustrato indígena nuevas ideas sobre la obtención de recursos medioambientales y el trabajo del metal. De todo ello, tanto de factores endógenos como exógenos, surgió el extraordinario complejo de la *Cultura de las Motillas*, también conocido como Bronce de La Mancha, caracterizado por una explotación sistemática y a mayor escala del territorio, ejerciéndose un evidente control sobre las zonas de producción en tierras apropiadas para

una explotación agrícola intensiva siempre y cuando la disponibilidad de agua estuviera asegurada (Nájera y Molina, 2004a, 2004b; Benítez de Lugo, 2011b).

El repertorio de fechas radiocarbónicas disponible para las motillas manchegas, certifica que estas comunidades de la Edad del Bronce ya estaban asentadas en La Mancha hacia el 2300 cal BC. Aunque se produce cierto solapamiento entre éstas y las últimas fechas de la Edad del Cobre —datada en la Motilla del Azuer (fase 0) entre *ca.* 3000-2800 cal BC (Nájera *et al.*, 2010, 2012)—, todo parece indicar una transición cultural relativamente abrupta entre ambos estadios culturales (Nájera, 1984; Fernández Posse *et al.*, 1996; Nájera y Molina, 2004a, 2004b). Llegados a este punto, deberíamos preguntarnos ¿cuál fue la razón, aparte de esas influencias exógenas comentadas, que dio lugar al surgimiento de una cultura tan singular y única como la de las motillas?

Desde un punto de vista paleoclimático, distintos registros paleopalinológicos de zonas meseteñas de la Península Ibérica, han demostrado que la segunda mitad del III milenio cal BC correspondió con un periodo especialmente seco y árido, en el seno del cual se alternaron algunas fases más húmedas (Valdeolmillos, 2005; Fabián *et al.*, 2006; Gil *et al.*, 2006; López-Sáez, 2011, 2012; López-Sáez *et al.*, 2009b, 2012; Pérez y López-Sáez, 2012). El inicio de la Edad de Bronce en La Mancha coincide con el advenimiento de un evento climático abrupto, de extrema aridez, conocido como evento 4.2 ka cal BP (Magny, 1993, 2004), ocurrido entre 2350 y 1850 cal BC aproximadamente. Este evento ha sido reconocido como una fase de aridificación más que notable en la Península Ibérica (Burjachs *et al.*, 1997, 2000; Jalut *et al.*, 1997; Julià *et al.*, 2000, 2001; Fabián *et al.*, 2006; Magny *et al.*, 2009), no obstante, sostienen que este evento, en el Mediterráneo Occidental, se caracterizaría por una oscilación climática tripartita con dos fases más húmedas separadas por una fase excepcionalmente árida. El registro polínico de la Motilla del Azuer da cuenta de esta tripartición climática durante dicho evento, pudiendo relacionarse con su discurrir arqueológico (Nájera *et al.*, 2010, 2012):

1) En el Bronce Antiguo, la fase I (2200/2150-2000 cal BC) se muestra como un periodo árido y térmico, con una continentalidad muy marcada, donde la precipitación media anual disminuye progresivamente. Es el momento en el que se inicia la ocupación permanente del yacimiento, con la excavación del pozo y la construcción de la torre central, el patio oriental, y la ubicación de las primeras sepulturas. Las bases económicas estaban claramente establecidas (ganadería, agricultura extensiva del cereal y rotación con leguminosas), en un paisaje altamente antropizado y deforestado, con una cobertura arbórea escasa, en la cual debe destacarse, no obstante, la existencia de un bosque ripario sobre las zonas aluviales locales.

2) La fase II (2000-1800 cal BC), situada en un momento entre el Bronce Antiguo y Pleno, denota un clima aún más árido y térmico que la fase precedente, aunque la continentalidad está mucho menos marcada, con el desarrollo de pastos xerófilos y la maquia xerotermófila. El encinar sufre una degradación aún mayor que en los siglos anteriores, a pesar de que la antropización ahora es menos evidente, y tanto actividades agrícolas como ganaderas parecen reducirse. En estos momentos la organización del poblado al exterior de la fortificación de la motilla se articula de forma algo más compleja, mientras que en los espacios situados al interior se construyen numerosos hornos y silos.

3) En la fase III (1800-1600 cal BC), en el Bronce Pleno, se remodelan las arquitecturas de la motilla y se produce un cambio en los sistemas de almacenamiento, reemplazándose los silos de mampostería por grandes vasijas cerámicas, en un momento en que se aprecia un aumento de la población en el yacimiento reflejado en el alto número de sepulturas. Todo esto se produce en un momento paleoclimático de aumento progresivo de las precipitaciones, con veranos más frescos, aunque la tendencia general sigue siendo cálida. Como consecuencia de ello, el bosque ripario se recupera y la antropización se incrementa, básicamente por una mayor presión pastoral, manteniéndose actividades agrícolas versadas en el cultivo de cereales y leguminosas.

4) La fase IV (1600-1400/1350 cal BC) marca el final de la ocupación en la Motilla del Azuer, durante el Bronce Tardío, fortificándose el poblado con un muro ciclópeo. Climáticamente es un periodo muy húmedo, con un nivel freático elevado y gran desarrollo del bosque ripario y de los pastos húmedos. Aunque la antropización del paisaje es menos evidente, se produce un incremento muy importante de la actividad ganadera y se mantiene la agricultura.

En definitiva, el clima árido que caracterizó el devenir de las sociedades calcolíticas acentuó sus características de termicidad y xericidad en los inicios de la Edad del Bronce en La Mancha (fases I y II de la Motilla del Azuer), especialmente al iniciarse el II milenio cal BC (2000-1800 cal BC), como consecuencia del evento climático 4.2 ka cal BP. Este proceso continuado de aridificación explica probablemente la aparición de las motillas, con una estrategia de obtención de agua subterránea de los acuíferos, en una región, como La Mancha, marginal desde un punto de vista hidrológico, dando lugar a todo un fenómeno cultural sin parangón peninsular con un patrón de asentamiento hasta entonces prácticamente desconocido.

Nuestro razonamiento no debe ser entiendo únicamente bajo el prisma del determinismo ambiental. De hecho, la incidencia arqueológica de dicho cambio climático abrupto, ha sido esgrimida sobre numerosas culturas a lo largo y ancho de todo el planeta (e.g. Gibbons, 1993; Weiss *et al.*, 1993; Wilkinson, 1997; Courty, 1998; Peisser, 1998; Shennan, 2003), provocando situaciones de colapso o resiliencia dependiendo de la capacidad tecnológica y adaptativa de cada sociedad. La reorganización social y nuevas estrategias de explotación de los recursos permitieron a estas primeras comunidades de la Edad del Bronce que crearon las motillas sobrevivir a dicha crisis ambiental. De hecho, es a lo largo de la fase II de la Motilla del Azuer, en los primeros siglos del II milenio cal BC, cuando se inicia el apogeo de muchas de las motillas y se edifican las de mayor envergadura, precisamente en el momento de mayor aridez (Nájera y Molina, 2004a, 2004b; Benítez de Lugo, 2011c).

En cuanto a la desaparición de las motillas, por el conjunto de fechas ^{14}C disponible sabemos que entorno a 1400 cal BC gran parte de estos asentamientos se abandonaron. El registro palinológico de la Motilla del Azuer muestra, sin ambigüedad, como condiciones climáticas progresivamente más húmedas fueron instalándose en esta zona de La Mancha desde el 1800 cal BC (fase III), con máximos pluviométricos entre 1600-1400 cal BC (fase IV). Estos datos concuerdan con la etapa final de la denominada ‘neoglaciación’, con una fase más húmeda a partir de 1600 cal BC cuando se recuperan las lluvias y el clima se hace más fresco y húmedo (Martínez Cortizas *et al.*, 1999, 2009; Mighall *et al.*,

2006). La reconstrucción paleoclimática de la Motilla del Azuer concuerda, también, con los máximos valores de humedad descritos en el estudio de susceptibilidad magnética de las cerámicas del mismo yacimiento entre 1460 y 1430 cal BC (Burakov *et al.*, 2005).

Finalmente resulta evidente que condiciones climáticas más húmedas, en esta zona de La Mancha, supusieron una mayor disponibilidad de recursos, particularmente del agua, por lo que las motillas dejaron de tener el sentido funcional que hasta ese momento ostentaban. Al mismo tiempo varias capas y lentejones de arena y gravas, intercaladas con los depósitos de habitación del poblado que rodea a la Motilla del Azuer se han documentado durante la fase IV de ocupación del yacimiento, lo que demuestra la frecuencia con que las crecidas del río anegaron las zonas de viviendas del asentamiento. Todos estos factores obligaron al abandono de las motillas en fechas cercanas al 1350 cal BC, cambiando el emplazamiento de los poblados, que se sitúan durante el Bronce Final en los altozanos y terrazas superiores de los valles, con un patrón de emplazamiento similar al Calcolítico (Nájera y Molina 2004a, 2004b; Nájera *et al.*, 2012). Estas condiciones de mayor pluviosidad tienen relación, como se ha señalado, con el final de la neoglaciación y con los últimos efectos del evento climático 4.2 ka cal BP, pero no, como erróneamente se ha querido ver, con otro cambio climático abrupto posterior, el denominado 2.8 ka cal BP (*ca.* 850-760 cal BC) (Benítez de Lugo, 2011a, 2011b, 2011c). Sea como fuere, el aumento de las precipitaciones y la progresiva elevación del nivel freático en los humedales del curso fluvial anexos a la Motilla del Azuer, recuperaron unas zonas húmedas que prácticamente pudieron haber desaparecido entre 2000-1800 cal BC, pero que a partir de esa fecha y particularmente entre 1600 y 1400/1350 cal BC tuvieron que tener una extensión importante. A partir de ese momento, abandonadas las motillas, las gentes del Bronce de La Mancha tuvieron que redefinir sus relaciones con el medio ambiente, dando lugar, a finales de la Edad del Bronce, a una nueva organización social y económica y a nuevos modelos de poblamiento alejados de los ambientes donde antes estuvieron las motillas (Nájera y Molina, 2004a, 2004b; Benítez de Lugo, 2011c).

BIBLIOGRAFÍA

- ARANDA, G., FERNÁNDEZ, S., HARO, M., MOLINA, F., NÁJERA, T. y SÁNCHEZ-ROMERO, M. (2008): "Water control and cereal management on the Bronze Age Iberian Peninsula: la Motilla del Azuer", *Oxford Journal of Archaeology* 27, pp. 241-259.
- BEHRE, K. E. (1981): "The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams", *Pollen et Spores* 23, pp. 225-245.
- BEHRE, K.E. (1986): *Anthropogenic indicators in pollen diagrams*, A.A. Balkema, Rotterdam.
- BENÍTEZ DE LUGO, L. (2010): *Las motillas y el Bronce de La Mancha*, Anthropos, Valdepeñas.
- BENÍTEZ DE LUGO, L. (2011a): "Las motillas del Bronce de La Mancha: treinta años de investigación arqueológica", *Arqueología, sociedad, territorio y paisaje. Estudios sobre Prehistoria Reciente, Protohistoria y transición al mundo romano en homenaje a M.^a Dolores Fernández Posse* (P. Bueno, A. Gilman, C. Martín y J. Sánchez-Palencia, eds.), Bibliotheca Praehistorica Hispana XXVIII, pp. 141-162, Madrid.
- BENÍTEZ DE LUGO, L. (2011b): "Orígenes, desarrollo y ocaso de la cultura del Bronce de La Mancha. Nuevas aportaciones a los procesos de transformación y cambio en el Alto Guadiana durante la Prehistoria Reciente", *Quaderns de Prehistòria i Arqueologia de Castelló* 29, pp. 47-75.
- BENÍTEZ DE LUGO, L. (2011c): "El legado cultural de La Mancha Húmeda (Alto Guadiana): selección de intervenciones para el estudio, protección y puesta

- en valor del patrimonio histórico. Prehistoria-Edad Contemporánea”, *Tierra de Cultura*, pp. 63-79, Asociación “Los Académicos de Argamasilla”, Argamasilla de Alba.
- BENÍTEZ DE LUGO, L., MEJÍAS MORENO, M., LÓPEZ GUTIÉRREZ, J., ÁLVAREZ GARCÍA, H.J., PALOMARES ZUMAJO, N., MATA TRUJILLO, E. MORALEDA SIERRA, J., MENCHÉN HERREROS, G., FERNÁNDEZ MARTÍN, S. SALAZAR GARCÍA, D.C., ODRIOZOLA LLORET, C., BENITO SÁNCHEZ, M. y LÓPEZ-SÁEZ, J.A. (2014): “Aportaciones hidrogeológicas al estudio arqueológico de los orígenes del Bronce de La Mancha: la cueva monumentalizada de Castillejo del Bonete (Terrinches, Ciudad Real-España)”, *Trabajos de Prehistoria* 71, en prensa.
- BEUG, H.J. (2004): *Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete*, Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.
- BIRKS, H.J.B. (1995): “Quantitative palaeoenvironmental reconstructions”, *Statistical Modelling of Quaternary Science Data. Technical Guide 5* (D. Maddy y J.S. Brew, eds.), pp. 161-254, Quaternary Research Association, Cambridge.
- BIRKS, H.J.B., HEIRI, O., SEPPÄ H. y BJUNE, A.E. (2010): “Strengths and weaknesses of quantitative climate reconstructions based on Late-Quaternary biological proxies”, *The Open Ecology Journal* 3, pp. 68-110.
- BOTTEMA, S. (1975): “The interpretation of pollen spectra from prehistoric settlements (with special attention to liguliflorae)”, *Palaeohistoria* 17, pp. 17-35.
- BURAKOV, K., NACHASOVA, I., NÁJERA, T., MOLINA, F. y CAMARA, A. (2005): “Geomagnetic Intensity in Spain in the Second Millenium BC”, *Izvestiya, Physics of the Solid Earth* 8, pp. 622-633.
- BURJACHS, F., FEBRERO, A., RODRÍGUEZ-ARIZA, M.O., BUXÓ, R., ARAUS, J.L. y JULIÀ, R. (2000): “Holocene pollen sequences and carbon isotope discrimination of plant remains in Spain: evidence of a progressive increase in aridity”, *Mediterranean Desertification – Research results and policy implications, vol. 2* (P. Balabanis, D. Peter, A. Ghazi y M. Tsogas, eds.), pp. 11-20, European Commission, Bruxelles.
- BURJACHS, F., GIRALT, S., ROCA, J.R., SERET, G. y JULIÀ, R. (1997): “Palinología holocena y desertización en el Mediterráneo Occidental”, *El paisaje mediterráneo a través del espacio y del tiempo. Implicaciones en la desertificación* (J.J. Ibáñez, B.L. Valero y C. Machado, eds.), pp. 379-394, Geoforma Ediciones, Logroño.
- BURJACHS, F., LÓPEZ-SÁEZ, J.A. e IRIARTE, M.J. (2003): “Metodología arqueopalinológica”, *La recogida de muestras en Arqueobotánica: objetivos y propuestas metodológicas. La gestión de los recursos vegetales y la transformación del paleopaisaje en el Mediterráneo occidental* (R. Buxó y R. Piqué, eds.), pp. 11-18, Museu d’Arqueologia de Catalunya, Barcelona.
- BUXÓ, R. (1990): *Metodología y técnicas para la recuperación de restos vegetales (en especial referencia a semillas y frutos) en yacimientos arqueológicos*, Cahier Noir 6, Ajuntament de Girona, Girona.
- COURTY, M.A. (1998): “The soil record of an exceptional event at 4000 B.P. in the Middle East”, *British Archaeological Reports, International Series* 728, pp. 93-108.
- DRIESCH, A.V.D. y BOESSNECK, J. (1980): “Die Motillas von Azuer und Los Palacios (Prov. Ciudad Real). Untersuchung der Tierknochenfunde”, *Studien über frühe Tierknochenfunde von der Iberischen Halbinsel* 7, pp. 84-121.
- EFRON, B. (1979): “Bootstrap methods: Another look at the Jackknife”, *The Annals of Statistics* 7, pp. 1-26.
- EFRON, B. y TIBSHIRANI, R.J. (1993): *An Introduction to the Bootstrap*, Chapman & Hall, London.
- FABIÁN GARCÍA, J., BLANCO GONZÁLEZ, A. y LÓPEZ SÁEZ, J.A. (2006): “La transición Calcolítico-Bronce Antiguo desde una perspectiva arqueológica y ambiental: el Valle Amblés (Ávila) como referencia”, *Arqueología Espacial* 26, pp. 37-56.
- FERNÁNDEZ MIRANDA, M., FERNÁNDEZ POSSE, M.D. y MARTÍN, C. (1993): “La Edad del Bronce en la zona oriental de La Mancha: El Acequión”, *El Acequión (Albacete) y El Tolmo de Minateda (Hellín): Síntesis de las investigaciones*, pp. 7-27, Diputación de Albacete, Albacete.
- FERNÁNDEZ POSSE, M.D., GILMAN, A. y MARTÍN, C. (1996): “Consideraciones cronológicas sobre la Edad del Bronce en La Mancha”, *Complutum Extra* 6 (II), pp. 111-137.
- FERNÁNDEZ POSSE, M.D., GILMAN, A., MARTÍN, C. y BRODSKY, M. (2008): *Las comunidades agrarias de la Edad del Bronce en La Mancha Oriental (Albacete)*. Bibliotheca Praehistorica Hispana XXV, CSIC, Madrid.
- FERNÁNDEZ POSSE, M.D. y MARTÍN, C. (2006): “La Edad del Bronce”, *Prehistoria y Protohistoria*

- de la Meseta Sur (Castilla-La Mancha)* (J. Pereira, coord.), pp. 105-124, Añil, Toledo.
- FEURDEAN, A., KLOTZ, S., BREWER, S., MOSBRUGGER, V., TĂMAȘ, T. y WOHLFARTH, B. (2008): "Lateglacial climate development in NW Romania – Comparative results from three quantitative pollen-based methods", *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 265, pp. 121-133.
- GARCÍA ANTÓN, M., MORLA, C., RUIZ ZAPATA, M.B. y SAINZ, H. (1986): "Contribución al conocimiento del paisaje vegetal holoceno en la Submeseta sur ibérica: análisis polínico de sedimentos higroturbosos en el Campo de Calatrava (Ciudad Real, España)", *Quaternary climate in Western Mediterranean. Proceedings of the Symposium on climatic fluctuations during the Quaternary in Western Mediterranean Regions* (F. López Vera, ed.), pp. 189-204, Universidad Autónoma, Madrid.
- GIBBONS, A. (1993): "How the Akkadian Empire was hung out to dry", *Science* 261, p. 985.
- GIL, M.J., RUIZ ZAPATA, M.B., SANTISTEBAN, J.I., MEDIAVILLA, R., LÓPEZ PAMO, E. y DABRIO, C.J. (2006): "Late Holocene environments in Las Tablas de Daimiel (south central Iberian peninsula, Spain)", *Vegetation History and Archaeobotany* 16, pp. 241-250.
- GILMAN, A., FERNÁNDEZ POSSE, M.D. y MARTÍN, C. (2000-2001): "Avance de un estudio del territorio del Bronce manchego", *Zephyrus* 53-54, pp. 311-322.
- GRIMM, E.C. (1987): "Coniss: a Fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares", *Computers & Geosciences* 13, pp. 13-35.
- GRIMM, E.C. (1992): *Tilia, version 2*, Illinois State Museum, Springfield.
- GRIMM, E.C. (2004): *TGView*, Illinois State Museum, Springfield.
- JALUT, G., ESTEBAN AMAT, A., RIERA MORA I MORA, S., FONTUGNE, M., MOOK, R., BONNET, L. y GAUQUELIN, T. (1997): "Holocene climatic changes in the western Mediterranean: installation of the Mediterranean climate", *Comptes Rendus de l'Academie de Sciences de Paris, Sciences de la terre et des planètes* 325, pp. 327-334.
- JUGGINS, S. (2007): *User guide C2. Software for ecological and paleoecological data analysis and visualization. User guide Version 1.5*, University of Newcastle, Newcastle.
- JULIÀ, R., NEGENDANK, J.F.W., SERET, G., BRAUER, A., BURJACHS, F., ENDRES, CH., GIRALT, S., LOBO, A., PARÉS, J.M., ROCA, J.R. y WANSARD, G. (2000): "Origin and evolution of desertification in the Mediterranean environment in Spain", *Mediterranean Desertification – Research results and policy implications, vol. 2* (P. Balabanis, D. Peter, A. Ghazi y M. Tsogas, eds.), pp. 67-75, European Commission, Bruxelles.
- JULIÀ, R., RIERA MORA, S. y BURJACHS, F. (2001): "Holocene short events in the Iberian Peninsula based on pollen records", *Terra Nostra* 2001/2, pp. 42-49.
- LLORACH, R., RIVERA, D., OBÓN, C., MARTÍN, C. y FERNÁNDEZ POSSE, M.D. (2000): *Estudio de los restos vegetales arqueológicos del yacimiento "El Acequión". Albacete (Edad del Bronce)*, Instituto de Estudios Albacetenses "Don Juan", Albacete.
- LÓPEZ-SÁEZ, J.A. (2008): "Reconstrucciones paleoambientales a partir de estudios paleopolinológicos y precisiones sobre el uso del método de datación por ¹⁴C", *Técnicas y aplicaciones multidisciplinarias de los isótopos ambientales* (P. Alcorlo, R. Redondo y J. Toledo, eds.), pp. 107-123, Ediciones Universidad Autónoma, Madrid.
- LÓPEZ-SÁEZ, J.A. (2011): "Análisis palinológicos en el poblado calcolítico de Camino de las Yeseras (San Fernando de Henares, Madrid)", *Yacimientos calcolíticos con Campaniforme de la Región de Madrid: Nuevos Estudios* (C. Blasco, C. Liesau y P. Ríos, eds.), Patrimonio Arqueológico de Madrid 6, pp. 251-259, Madrid.
- LÓPEZ-SÁEZ, J.A. (2012): "Historia de la vegetación en la comarca de Villafáfila durante el Holoceno reciente", *Arqueología de la Sal en las Lagunas de Villafáfila (Zamora): Investigaciones sobre los cocederos prehistóricos* (F.J. Abarquero Moras, E. Guerra Doce, G. Delibes de Castro, A.L. Palomino Lázaro y J.M. del Val Recio, eds.), Investigaciones Arqueológicas en Castilla y León, Monografías 9, pp. 369-379, Valladolid.
- LÓPEZ-SÁEZ, J.A., ALBA SÁNCHEZ, F., LÓPEZ MERINO, L. y PÉREZ DÍAZ, S. (2010): "Modern pollen analysis: A reliable tool for discriminating *Quercus rotundifolia* communities in Central Spain", *Phytocoenologia* 40, pp. 57-72.
- LÓPEZ-SÁEZ, J.A., ALBA SÁNCHEZ, F., PÉREZ DÍAZ, S. y MANZANO RODRÍGUEZ, S. (2012):

- “Paisaje holoceno de una gran urbe: la ciudad de Madrid”, *Polen* 20, pp. 7-24.
- LÓPEZ-SÁEZ, J.A., BLANCO GONZÁLEZ, A., LÓPEZ-MERINO, L., RUIZ ZAPATA, M.B., DORADO VALIÑO, M., PÉREZ DÍAZ, S., VALDE-OLMILLOS RODRÍGUEZ, A. y BURJACHS, F. (2009a): “Landscape and climatic changes during the end of the Late Prehistory in the Amblés Valley (Ávila, central Spain), from 1200 to 400 cal BC”, *Quaternary International* 200, pp. 90-101.
- LÓPEZ-SÁEZ, J.A., LÓPEZ GARCÍA, P. y BURJACHS, F. (2003): “Arqueopalinología: Síntesis crítica”, *Polen* 12, pp. 5-35.
- LÓPEZ-SÁEZ, J.A. y LÓPEZ-MERINO, L. (2005): “Precisiones metodológicas acerca de los indicios paleopalinológicos de agricultura en la Prehistoria de la Península Ibérica”, *Portugalia* 26, pp. 53-64.
- LÓPEZ-SÁEZ, J.A. y LÓPEZ-MERINO, L. (2007): “Coprofilous fungi as a source of information of anthropic activities during the Prehistory in the Amblés Valley (Ávila, Spain): the archaeopalynological record”, *Revista Española de Micropaleontología* 39, pp. 103-116.
- LÓPEZ-SÁEZ, J.A., LÓPEZ MERINO, L., ALBA SÁNCHEZ, F. y PÉREZ DÍAZ, S. (2009b): “Contribución paleoambiental al estudio de la trashumancia en el sector abulense de la Sierra de Gredos”, *Hispania. Revista Española de Historia* 231, pp. 9-38.
- LÓPEZ-SÁEZ, J.A., VAN GEEL, B., FARBOS-TEXIER, S. y DIOT, M.F. (1998): “Remarques paléocologiques à propos de quelques palynomorphes non-polliniques provenant de sédiments quaternaires en France”, *Revue de Paléobiologie* 17, pp. 445-459.
- LÓPEZ-SÁEZ, J.A., VAN GEEL, B. y MARTÍN SÁNCHEZ, M. (2000): “Aplicación de los microfósiles no polínicos en Palinología Arqueológica”, *Contributos das Ciências e das Tecnologias para a Arqueologia da Península Ibérica, Actas 3.º Congresso de Arqueologia Peninsular, vol. IX* (V. Oliveira Jorge, ed.), pp. 11-20, Adecap, Porto.
- MAGNY, M. (1993): “Solar influence on Holocene climatic changes illustrated by correlations between past lake-level fluctuations and the atmospheric 14C record”, *Quaternary Research* 40, pp. 1-9.
- MAGNY, M. (2004): “Holocene climate variability as reflected by mid-European lake-level fluctuations and its probable impact on prehistoric human settlements”, *Quaternary International* 113, pp. 65-79.
- MAGNY, M., VANNIÈRE, B., ZANCHETTA, G., FOUACHE, E., TOUCHAIS, G., PETRIKA, L., COUSSOT, C., WALTER-SIMONNET, A.V. y ARNAUD, F. (2009): “Possible complexity of the climatic event around 4300-3800 cal. BP in the central and western Mediterranean”, *The Holocene* 19, pp. 823-833.
- MARTÍN, C., FERNÁNDEZ MIRANDA, M., FERNÁNDEZ POSSE, M.D. y GILMAN, A. (1993): “The Bronze Age of La Mancha”, *Antiquity* 67, pp. 23-45.
- MARTÍNEZ CORTIZAS, A., COSTA CASAIS, M. y LÓPEZ-SÁEZ, J.A. (2009): “Environmental change in NW Iberia between 7000 and 500 cal. BC”, *Quaternary International* 200, pp. 77-89.
- MARTÍNEZ CORTIZAS, A., PONTEVEDRA POMBAL, X., GARCÍA RODEJA, E., NOVÓA MUÑOZ, J.C. y SHOTYK, W. (1999): “Mercury in a spanish peat bog: archive of climate change and atmospheric metal deposition”, *Science* 284, pp. 939-942.
- MARTÍNEZ NAVARRETE, M.I. (1988): “Morras, motillas y castillejos: ¿Unidad o pluralidad cultural durante la Edad del Bronce de La Mancha”, *Homenaje a Samuel de los Santos*, pp. 81-92, Instituto de Estudios Albacetenses, Albacete.
- MAYEWSKI, P.A., ROHLING, E.E., CURT STAGER, J., KARLÉN, W., MAASCH, K.A., DAVID MEEKER, L., MEYERSON, E.A., GASSE, F., VAN KREVELD, S., HOLMGREN, K., LEE-THORP, J., ROSQVIST, G., RACK, F., STAUBWASSER, M., SCHNEIDER, R.R. y STEIG, E.J. (2004): “Holocene climate variability”, *Quaternary Research* 62, pp. 243-255.
- MENÉNDEZ AMOR, J. y FLORSCHÜTZ, F. (1970): “Estudio palinológico de la turbera de Daimiel (Ciudad Real)”, *Anales de Edafología y Agrobiología* 29, pp. 549-573.
- MIGHALL, T.M., MARTÍNEZ CORTIZAS, A., BIESTER, H. y TURNER, S.E. (2006): “Proxy climate and vegetation changes during the last five millennia in NW Iberia: pollen and non-pollen palynomorph data from two ombrotrophic peat bogs in the North Western Iberian Peninsula”, *Review of Palaeobotany and Palynology* 141, pp. 203-223.
- MOLINA, F. y NÁJERA, T. (1978): “Die Motillas von Azuer und Los Palacios (Ciudad Real). Ein Beitrag zur Bronzezeit der Mancha”, *Madridrer Mitteilungen* 19, pp. 52-74.
- MOLINA F. y NÁJERA T. (1987): “Motilla del Azuer”, *Arqueología en Castilla-La Mancha. Excavaciones 1985* (F. Masa Cabrero, D. de P. Escribano y A.de Juan García, coords.), pp. 33-34, Servicio de Publicaciones de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Toledo.

- MOLINA, F., NÁJERA, T., ARANDA, G., SÁNCHEZ, M. y HARO, M. (2005): "Recent fieldwork at the Bronze Age fortified site of Motilla del Azuer (Daimiel, Spain)", *Antiquity* 79:306.
- MOORE, P.D., WEBB, J.A. y COLLINSON, M.E. (1991): *Pollen analysis*, 2nd edition, Blackwell Scientific Publications, London.
- NÁJERA, T. (1984): *La Edad del Bronce en La Mancha Occidental*, Tesis doctoral, Universidad de Granada.
- NÁJERA, T. y MOLINA, F. (1977): "La Edad del Bronce en La Mancha. Excavaciones en las motillas del Azuer y de Los Palacios (Campaña de 1974)", *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada* 2, pp. 251-300.
- NÁJERA, T. y MOLINA, F. (2004a): "La Edad del Bronce en La Mancha: problemática y perspectivas de la investigación", *La Edad del Bronce en tierras levantinas y limítrofes* (L. Hernández y M. Hernández, eds.), pp. 531-540, Instituto de Cultura Juan Gil-Albert, Villena.
- NÁJERA, T. y MOLINA, F. (2004b): "Las Motillas. Un modelo de asentamiento con fortificación central en la Llanura de La Mancha", *La Península Ibérica en el II milenio a.C.: Poblados y fortificaciones* (M.R. García Huerta y J. Morales Hervás, eds.), pp. 173-214, Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, Cuenca.
- NÁJERA, T. y MOLINA, F. (2004c): "Excavaciones en la Motilla del Azuer (Daimiel, Ciudad Real). 2000-2001", *Investigaciones Arqueológicas en Castilla-La Mancha*, pp. 35-48, Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Toledo.
- NÁJERA, T., JIMÉNEZ, S., MOLINA, F., DELGADO, A. y LAFFRANCHI, Z. (2012): "La aplicación de los métodos de la antropología física a un yacimiento arqueológico: la Motilla del Azuer", *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada* 22, pp. 149-183.
- NÁJERA, T., MOLINA, F., JIMÉNEZ, S., SÁNCHEZ, M., AL OUMAOU, I., ARANDA, G., DELGADO, A. y LAFFRANCHI, Z. (2010): "La población infantil de la Motilla del Azuer: Un estudio bioarqueológico", *Complutum* 21, pp. 69-102.
- NINYEROLA, M., PONS, X. y ROURE, M. (2005): *Atlas climático digital de la Península Ibérica. Metodología y aplicaciones en bioclimatología y geobotánica*, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra.
- PEISER, B.J. (1998): "Comparative analysis of Late Holocene environmental and social upheaval: evidence for a Global Disaster around 4000 BP", *British Archaeological Reports, International Series* 728, pp. 117-139.
- PÉREZ DÍAZ, S. y LÓPEZ-SÁEZ, J.A. (2012): "Paleopaisaje y dinámica antrópica durante la Protohistoria alavesa. Una perspectiva paleoambiental", *Cuadernos de Arqueología de la Universidad de Navarra* 20, pp. 153-183.
- REILLE, M. (1992): *Pollen et Spores d'Europe et d'Afrique du Nord*, Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, Marseille.
- REILLE, M. (1995): *Pollen et Spores d'Europe et d'Afrique du Nord. Supplement 1*, Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, Marseille.
- REIMER, P.J., BAILLIE, M.G.L., BARD, E., BAYLISS, A., BECK, J.W., BLACKWELL, P.G., BRONK RAMSEY, C., BUCK, C.E., BURR, G.S., EDWARDS, R.L., FRIEDRICH, M., GROOTES, P.M., GUILDERSON, T.P., HAJDAS, I., HEATON, T.J., HOGG, A.G., HUGHEN, K.A., KAISER, K.F., KROMER, B., MCCORMAC, F.G., MANNING, S.W., REIMER, R.W., RICHARDS, D.A., SOUTHON, J.R., TALAMO, S., TURNEY, C.S.M., VAN DER PLICHT, J. y WEYHENMEYER, C.E. (2009): "IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 years cal BP", *Radiocarbon* 51, pp. 1111-1150.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. (2007): "Mapa de series, geoserias y geopermaseries de vegetación de España. Memoria del mapa de la vegetación potencial de España, parte I", *Itinera Geobotanica* 17, pp. 5-435.
- RODRÍGUEZ ARIZA, M.O., NÁJERA, T. y ROS, M.T. (1999): "Una valoración paleoecológica de la Motilla del Azuer a partir del análisis antracológico", *Arqueometría y Arqueología* (J. Capel, ed.), pp. 11-23, Universidad de Granada, Granada.
- SADORI, L., ORTU, E., PEYRON, O., ZANCHETTA, G., VANNIÈRE, B., DESMET, M. Y MAGNY, M. (2013): "The last 7 millennia of vegetation and climate changes at Lago di Pergusa (central Sicily, Italy)", *Climate of the Past* 9, pp. 1969-1984.
- SALONEN, J.S., ILVONEN, L., SEPPÄ, H., HOLMSTRÖM, L., TELFORD, R.J., GAIDAMAVIČIUS, A., STANČIKAITÈ, M. y SUBETTO, D. (2012): "Comparing different calibration methods (WA/WA-PLS regression and Bayesian modelling) and different-sized calibration sets in pollen-based quantitative climate reconstruction", *The Holocene* 22, pp. 4413-4424.
- SHENNAN, S. (2003): "Holocene climate and human populations: an archaeological approach", *Global Change in the Holocene* (A. Mackay, R.

- Battarbee, J. Birks y F. Oldfield, eds.), pp. 36-48, Arnold, London.
- TEIXIDÓ, T., ARTIGOT, E. G., PEÑA, J. A., MOLINA, F., NÁJERA, T. y CARRIÓN, F. (2013): "Geoarchaeological Context of the Motilla de la Vega Site (Spain) Based on Electrical Resistivity Tomography", *Archaeological Prospection* 2013, Published online in Wiley Online Library, DOI: 10.1002/arp.1440.
- TER BRAAK, C.J.F. y JUGGINS, S. (1993): "Weighted averaging partial least squares regression (WA-PLS): an improved method for reconstructing environmental variables from species assemblages", *Hydrobiologia* 269-270, pp. 485-502.
- TER BRAAK, C.J.F., JUGGINS, S., BIRKS, H.J.B. y VAN DER VOET, H. (1993): "Weighted averaging partial least squares regression (WA-PLS): definition and comparison with other methods for species-environment calibration", *Multivariate Environmental Statistics* (G.P. Patil y C.R. Rao, eds.), pp. 529-560, Elsevier, Amsterdam.
- UBERA, J.L., GALÁN, C. y GUERRERO, F.H. (1988): "Palynological study of the genus *Plantago* in the Iberian Peninsula", *Grana* 27, pp. 1-15.
- VALDEOLMILLOS, A. (2005): *Registro paleoclimático y paleoambiental de los últimos 350.000 años en el Parque Nacional de las Tablas de Daimiel (Ciudad Real)*, Tesis Doctoral, Universidad de Alcalá de Henares.
- VAN GEEL, B. (2001): "Non-pollen palynomorphs", *Tracking environmental change using lake sediments. Volume 3: Terrestrial, Algal, and Siliceous Indicators* (J.P. Smol, H.J.B., Birks y W.M. Last, eds.), pp. 99-119, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- WEISS, E., COURTY, M.A., WETTERSTROM, W., GUICHARD, F., SENIOR, L., MEADOW, R. y CURNOW, A. (1993): "The genesis and collapse of Third Millenium North Mesopotamiam Civilization", *Science* 261, pp. 995-1004.
- WILKINSON, T.J. (1997): "Environmental fluctuations, agricultural production and collapse: a view from Bronze Age Upper Mesopotamia", *Third Millenium B.C. Climate change and Old World Collapse* (D. Nüzhet, G. Kukla y H. Weiss, eds.), NATO ASI Series, Serie I-49, pp. 67-106, New York.
- WILLIS, K.J., BAILEY, R.M., BHAGWAT, S.A. y BIRKS, H.J.B. (2010): "Biodiversity baselines, thresholds, and resilience: testing predictions and assumptions using palaeoecological data", *Trends in Ecology and Evolution* 25, pp. 583-591.



Lám. I.—Fotografía aérea de la Motilla del Azuer, durante las inundaciones del río Azuer en 2010 (fot. TRAGSA).



Lám. II.—La fortificación de la Motilla del Azuer (fot. M.A. Blanco de la Rubia/GEPRAN).



Lám. III.—Pozo y sus sistemas de acceso en el patio oriental de la Motilla del Azuer (fot. M.A. Blanco de la Rubia/GEPRAN).