

# Degradación ecológica y cambio cultural durante los últimos cuatro mil años en el sureste ibérico semiárido

Noemí Fuentes<sup>1</sup>, María Soledad García-Martínez<sup>1</sup>, Penélope González-Sampériz<sup>2</sup>, Santiago Fernández<sup>1</sup>, José Sebastián Carrión<sup>1</sup>, Manuel López-Campuzano<sup>3</sup> & Javier Medina<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biología Vegetal (Botánica), Facultad de Biología, Universidad de Murcia, Campus de Espinardo, 30100 Murcia.

<sup>2</sup> Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC. Av/ Montañana nº 1005, 50059 Zaragoza.

<sup>3</sup> Departamento de Prehistoria, Arqueología, Historia Antigua, Historia Medieval y CC.TT. Historiográficas, Facultad de Letras, Campus de la Merced, 30071 Murcia.

## Resumen

Correspondencia

N. Fuentes

E-mail: noemipal@um.es

**Recibido:** 10 julio 2005

**Aceptado:** 5 octubre 2005

La secuencia palinológica del yacimiento arqueológico denominado Carril de Caldereros (Lorca, Murcia) representa uno de los primeros registros paleoambientales para la segunda mitad del Holoceno en el sureste ibérico semiárido, dentro de un área relativamente continental y adyacente al cauce de un río. Esta secuencia muestra que, si bien el contexto climático es el de una progresiva tendencia hacia la aridificación (bien definido por las curvas de xerófitos y mesófitos), el registro palinológico, en concordancia con el arqueológico, apunta una temprana antropización del medio como factor principal en la configuración del paisaje. Se sugiere, de este modo, que el Calcolítico —en torno a 4600 cal BP— marcaría la última época forestal del sureste ibérico semiárido, con las implicaciones que ello puede tener en términos de cambio ambiental y transiciones culturales.

**Palabras clave:** Palinología, Paleoecología, Sureste Península Ibérica, Degradación ecológica.

## Abstract

*Ecological degradation and cultural change in southeastern Iberia during the last 4000 years.*

Here we present the pollen sequence from Carril de Caldereros (Lorca, Murcia), involving one of the first palaeoenvironmental records for the second half of the Holocene in semi-arid southeastern Iberia, within a relatively continental territory adjacent to fluvial basin. This sequence shows that, while the palaeoclimatic context is one of progressive aridification, anthropogenic disturbance was a first-order factor in shaping landscape change. It is suggested that the onset of the Holocene ecological degradation took place about 4600 cal yr BP, in correlation with the Calcolithic archaeological period.

**Key words:** Palynology, Palaeoecology, Southeastern Iberia, Ecological degradation.

## Introducción

Aunque durante los últimos años, la palinología del sureste ibérico ha experimentado una progresión im-

portante en la aportación de nuevas secuencias (Burjachs et al. 1997, López-Sáez & López-García 1999, Jalut et al. 2000, Carrión 2001, 2002a, Carrión et al. 1999, 2003a, 2003b, Fernández et al., en prensa), la

situación sigue siendo claramente insuficiente para la dilucidación de algunas de las cuestiones tradicionales de la paleoecología regional, muchas de las cuales vienen asociadas a problemas de interpretación con los cambios culturales (Cámalich & Martín 1999, Hernando 1999). En este sentido, se hace necesario incrementar el esfuerzo analítico para las secuencias de la segunda mitad del Holoceno.

Sin embargo, resulta dramático que, tratándose de una región extremadamente sensible al cambio climático (Valero-Garcés & González-Sampériz 1999, Grove & Rackham 2001) y donde la ocupación humana está relativamente bien documentada desde el Paleolítico (Eiroa 1995, Martínez-Andreu 2003), los depósitos convencionales (e.g. turberas, lagos) para llevar a cabo estudios de palinología sean tan escasos, por no decir inexistentes. Esto ha provocado la proliferación de investigaciones palinológicas asociadas a campañas paleoceanográficas (Targarona et al. 1996, Targarona 1997, Sánchez-Goñi et al. 2002), aunque este tipo de estudios tienen limitaciones para la interpretación de cambios en la ecología terrestre, fundamentalmente por la incertidumbre del área de captación polínica de los registros submarinos (Horowitz 1992). Con el fin de paliar esta insuficiencia de datos, se hace preciso recurrir a depósitos terrígenos en los que se pueda establecer un contexto cronológico o diacrónico y, en este sentido, los yacimientos arqueológicos pueden ofrecer un material inestimable.

Este trabajo incluye la interpretación paleoambiental de una secuencia palinológica que cubre la segunda mitad del Holoceno y se asocia a contextos arqueológicos desde el Calcolítico hasta época romana. El estudio se asoció inicialmente a los trabajos desarrollados desde octubre de 2002 hasta febrero de 2003, enmarcándose dentro de una actuación de urgencia con el objetivo de documentar los restos arqueológicos afectados por la construcción de un edificio en un solar dentro de la localidad murciana de Lorca.

### Marco físico y biogeográfico

La intervención de gestión se llevó a cabo en un solar de 2.500 m<sup>2</sup> de superficie, emplazado un centenar de metros al sur del cauce del Río Guadalentín, entre la Avenida Juan Carlos I y el Carril de Caldereros del actual casco urbano de la ciudad de Lorca. El municipio de Lorca se sitúa en el extremo suroccidental de la provincia de Murcia (37° 41' N, 1° 42' W, 353 m s.n.m.), dentro de la comarca del Alto Guadalentín, en el ámbito Subbético de la zona externa de las Cordilleras Béticas orientales (Fig. 1). El clima es típicamente Mediterráneo, con temperaturas mínimas que rara vez descienden por debajo de los 6 °C

y con una media anual de unos 18°C. La pluviometría, muy irregular, oscila entre los 200 y 300 mm anuales.

El paisaje actual se caracteriza por la abundancia de cultivos, sobre todo de irrigación, originalmente asociada a la cuenca del Río Guadalentín. No obstante, persisten algunos núcleos forestales, principalmente con *Pinus halepensis*, asociados a ecosistemas de montaña en las sierras adyacentes. En el entorno de los cursos fluviales, la vegetación freatófila aparenta un estado de degradación avanzada con abundantes neófitos y pérdida de la estructura original del bosque de ribera. Regionalmente, los fitogeógrafos han establecido la pertenencia del área de estudio a la serie o sucesión denominada *Chamaeropo-Rhamneto lycioidis*, típica del termomediterráneo semiárido Murciano-Almeriense (Peinado et al. 1992). En su estadio maduro, esta serie implicaría el desarrollo de coscojares de *Quercus coccifera* con lentiscos (*Pistacia lentiscus*) y palmitos (*Chamaerops humilis*), además de otros arbustos como el espino negro (*Rhamnus lycioides*) y numerosas especies de labiadas y cistáceas. La abundancia de terrenos margosos, saladares y ambientes nitrificados condiciona la existencia de otras comunidades vegetales en las que son recurrentes diversas especies de *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Thymelaea*, *Limonium*, *Lycium*, etc. Cabe preguntarse si en algún momento del Holoceno, la zona contempló la existencia de vegetaciones forestales o, en su ausencia, si el matorral xerotérmico correspondió florísticamente con el supuesto fitosociológico descrito.

### Contexto arqueológico

La excavación reveló cuatro fases de ocupación claramente diferenciadas sobre una potencia estratigráfica de unos 8 m en la que se combinan niveles arqueológicos con otros puramente litológicos procedentes de aluvionamientos fluviales. La secuencia cultural incluye un horizonte basal (IV) o Calcolítico, que iría desde el último cuarto del IV milenio a la primera mitad del III milenio B.C. Sobre éste, se presenta una Fase Ibérica (III) enmarcada entre finales del siglo V y la 1ª mitad del IV BC. A continuación, habría una Fase Romana (II) cubriendo los siglos I al V AD. Finalmente, constatamos una Fase Contemporánea (I) relativa a los siglos XIX y XX (Fig. 2).

Para el Calcolítico contamos con tres dataciones absolutas obtenidas por Carbono-14 sobre carbón vegetal (Tabla 1), entre 5054 cal BP y 4623 cal BP. Esta fase aparece colmatada por un nivel de aluvionamiento que arrasa la parte superior de la deposi-

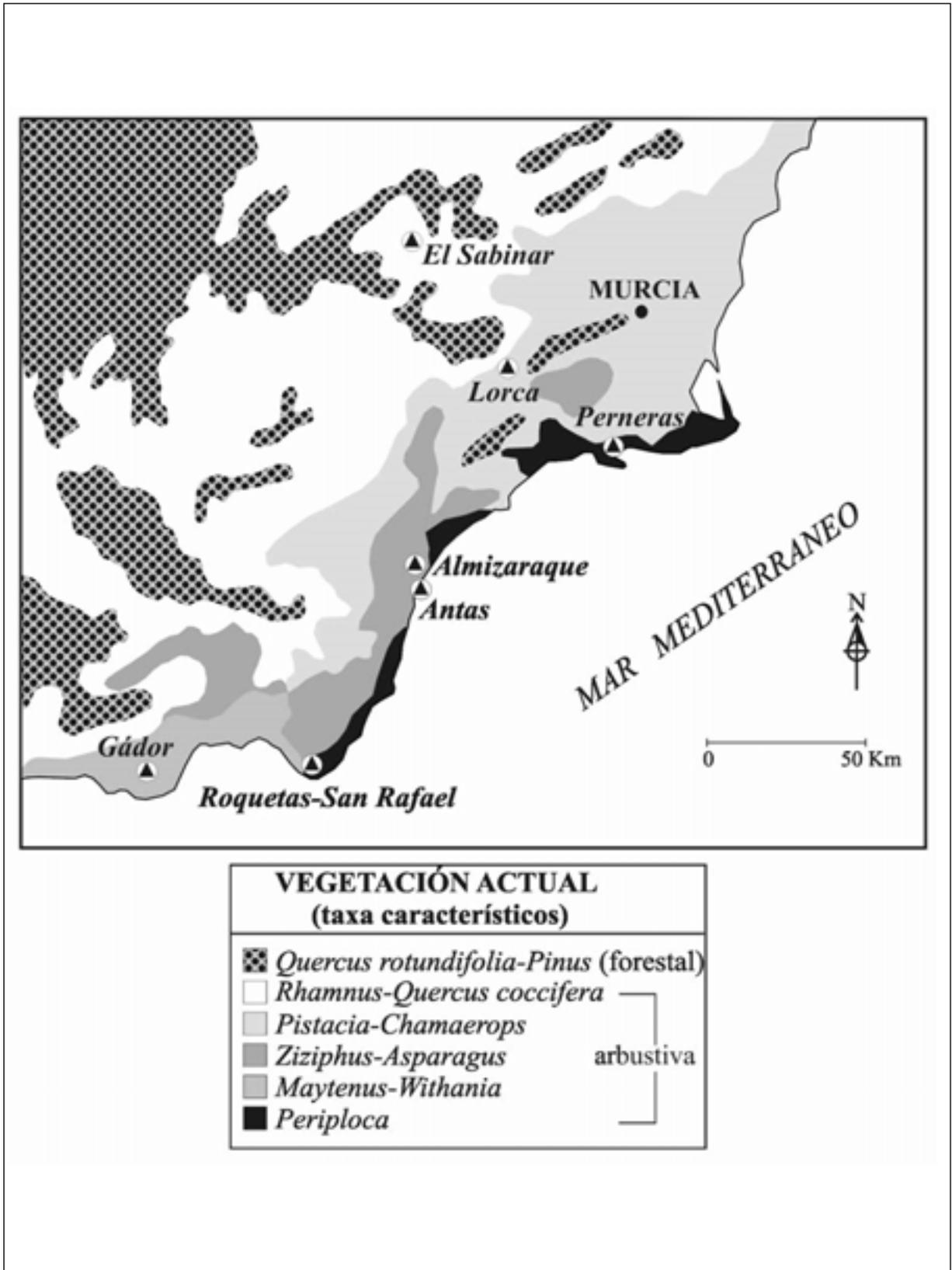


Figura 1. Localización geográfica del sitio de estudio en la ciudad de Lorca, así como de otros registros polínicos del sureste peninsular con indicación de la vegetación actual. Mapa modificado de Carrión (2002b).

Figure 1. Location of the study site, and other palynological records from southeastern Iberia with indication of regional vegetation types. Redrawn from Carrión (2002b).

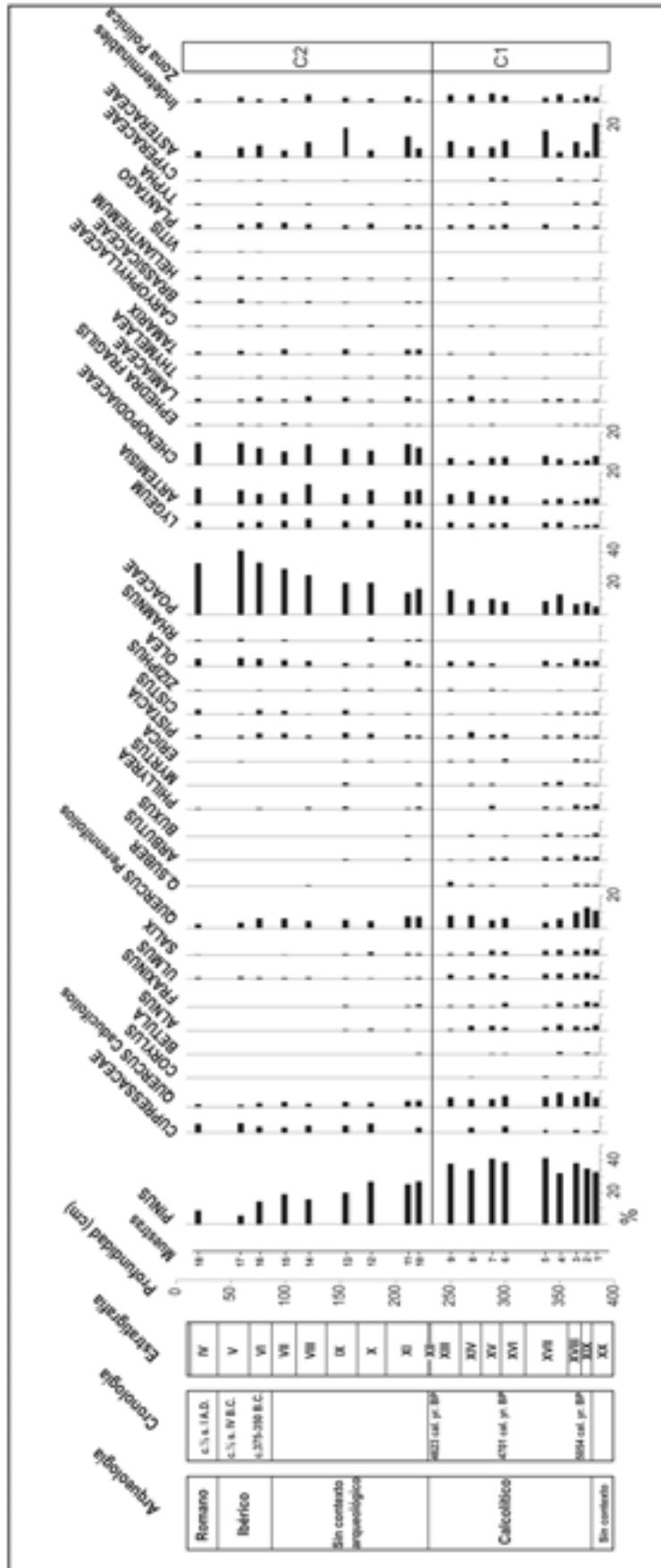


Figura 2. Diagrama polínico de porcentajes para el Carril de Caldereros.  
 Figure 2. Percentage pollen diagram from Carril de Caldereros.

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas para la secuencia de Carril de Caldereros (Lorca). Calibraciones obtenidas a través del programa CALIB 4.3 (Stuiver et al. 1998). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (95.4%, 2 sigma)

Table 1. Radiocarbon ages from Carril de Caldereros (Lorca). Calibrations were carried out following Stuiver et al. (1998).

Ref. Lab.	Años <sup>14</sup> C BP	Rango calibrado	Edad calibrada Años BP
KIA-20890	4455±43	4959-5149	5054
KIA-20887	4200±30	4640-4762	4701
KIA-20889	4105±40	4518-4729	4623

ción, y que llega a tener una potencia de hasta 6 metros. Arqueológicamente está constituida principalmente por una serie de 57 silos, con materiales escasos y fragmentarios. El modelo de asentamiento correspondería al conocido como *Campos de Hoyos* (Bellido 1996) y se localiza preferentemente en llanos aluviales con un alto potencial agrícola.

Los materiales ibéricos están relacionados claramente con la actividad alfarera, constatándose la presencia de cenizas, escorias y cerámicas. Destaca también el hallazgo de una balsa con paredes en talud y suelo pavimentado con cantos de caras planas, que pudo servir para la decantación de la arcilla. Este hecho parece probado por los restos de barro muy fino que se encontraron imbricados entre el mencionado pavimento.

La ocupación romana parece asentarse sobre un momento previo republicano del que no han quedado prácticamente evidencias, sólo algunas cerámicas de tipo campaniense A. Esta fase comienza hacia mediados del siglo I AD y en ella se documenta un edificio compartimentado en 5 habitaciones independizadas que, dada la gran cantidad de cerámica de mesa y bronce hallados en su exterior, y los restos de estucado interno, se han interpretado como posibles *tabernae*. Las evidencias de los siglos II y III AD son mucho menores y ya hacia el siglo IV AD puede hablarse de una reutilización del edificio con fines distintos a los primigenios, tal vez orientados a la producción alfarera. Este nuevo momento de utilización se ve colmatado por materiales que lo asocian a los siglos IV y V AD, concretamente algunas cerámicas *Terra Sigillata* africanas tipo C y D (Hayes 1972). Este espacio estaría articulado en el contexto de la *mansio* de Eliocroca citada en el Itinerario de Antonino (401.6).

### Litoestratigrafía

El estrato XX corresponde a un paquete de arcillas y arenas finas de entre 120 y 80 cm de espesor a base de la sección (Fig. 2). Este estrato destaca por su estructura masiva, carbonatación moderada y color pardo rojizo (5YR5/3.5). El intervalo XIX-XVII in-

cluye bolsadas de arcillas igualmente masivas. Los estratos XV y XVI conforman dos bolsadas de arenas finas de coloración amarillenta, límites erosivos e irregulares. El estrato XIV es un paquete de gravas redondeadas con un espesor diferencial entre 10 y 20 cm, litología caliza, algo de cuarzo y materiales metamórficos (filitas y esquistos) meteorizados. La matriz es de arena gruesa (65 %) y fina (30 %). El estrato XIII es un paquete pardo-grisáceo de entre 10 y 25 cm de espesor, incluyendo arcillas y arenas finas de origen fluvial. El tramo superior presenta lentejones de gravas de unos 10 cm de espesor, embutidas en una matriz granular carbonatada. Se aprecia un contacto erosivo con el horizonte superior.

El estrato XII es una fina capa rica en cenizas de entre 2 y 3 cm de espesor. El estrato XI viene caracterizado por un paquete masivo de arcillas y arenas fluviales de 50-60 cm, de color pardo/ gris rosado (7.5YR5.5/3). Los estratos X al VII conforman una sucesión de paquetes de arcillas y arenas no alteradas por acción antrópica, caracterizados por una estructura masiva, tonalidad clara, contenido moderado de raíces muy finas y poros de tipo vesicular. El estrato IX presenta grietas expansivas similares a las desarrolladas en los vertisoles, con un notable contenido en arcillas (27'5 %). Finalmente, el techo lo forman los estratos VI al IV, caracterizados por arcillas y arenas finas con gravas, que no guardan su estructura originaria de la deposición fluvial, siendo plausible una alteración antrópica postdeposicional.

### Material y métodos

El perfil de referencia se localiza en la fachada meridional del solar, paralela al cauce del río. De los 8 m excavados, se han seleccionado 5 m, de mayor complejidad en la secuencia vertical. En el laboratorio, el procedimiento de extracción y concentración de los granos de polen ha sido el denominado "método químico clásico" (Moore et al. 1991). Durante el análisis, se añadieron tabletas de *Lycopodium clavatum* con el fin de facilitar el cálculo de las concentraciones polínicas. La identificación y recuento se realizaron con microscopía óptica y la ayuda de la pali-

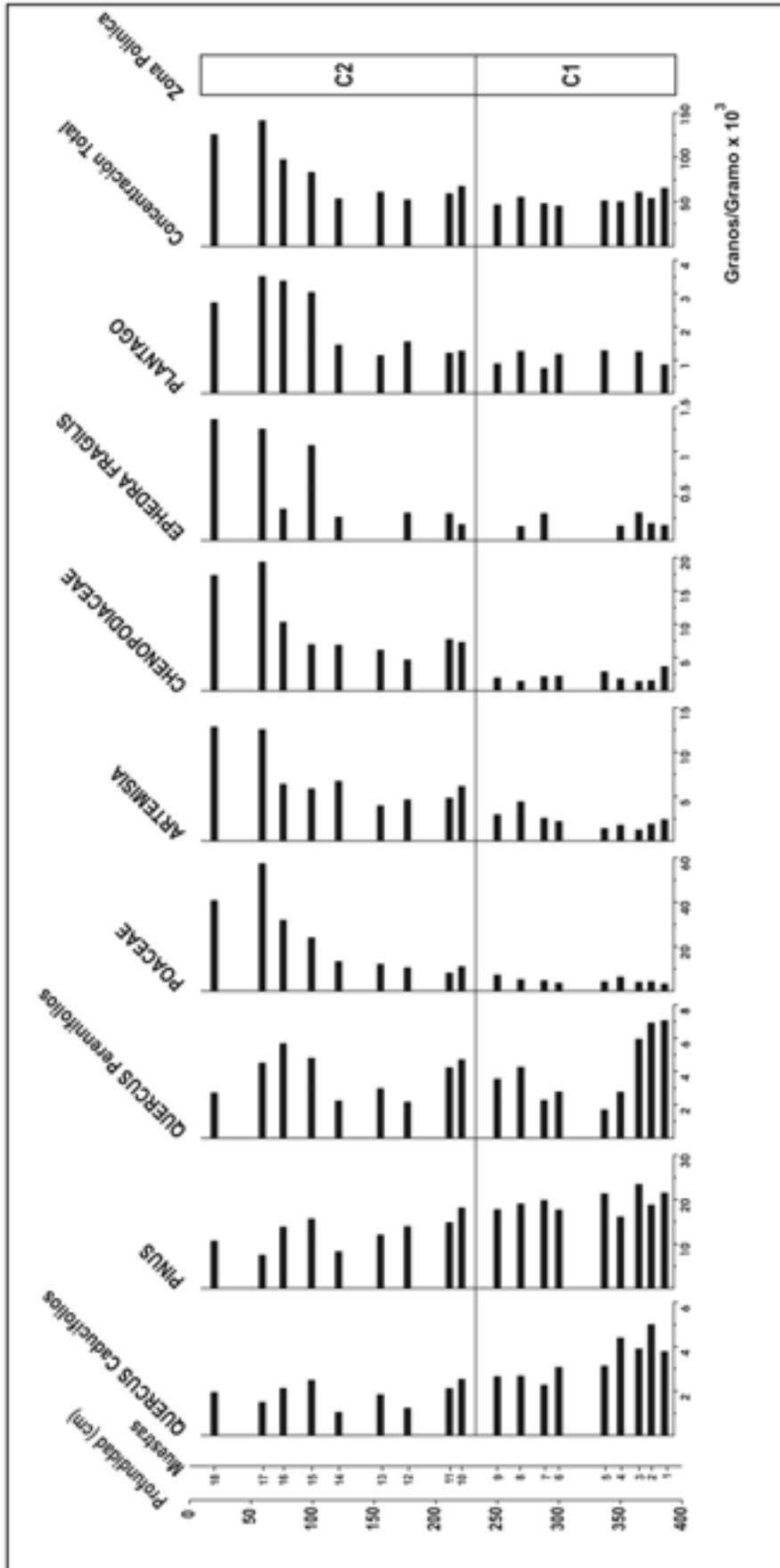


Figura 3. Diagrama selectivo de concentraciones polínicas.  
Figure 3. Concentration pollen diagram of selected taxa.

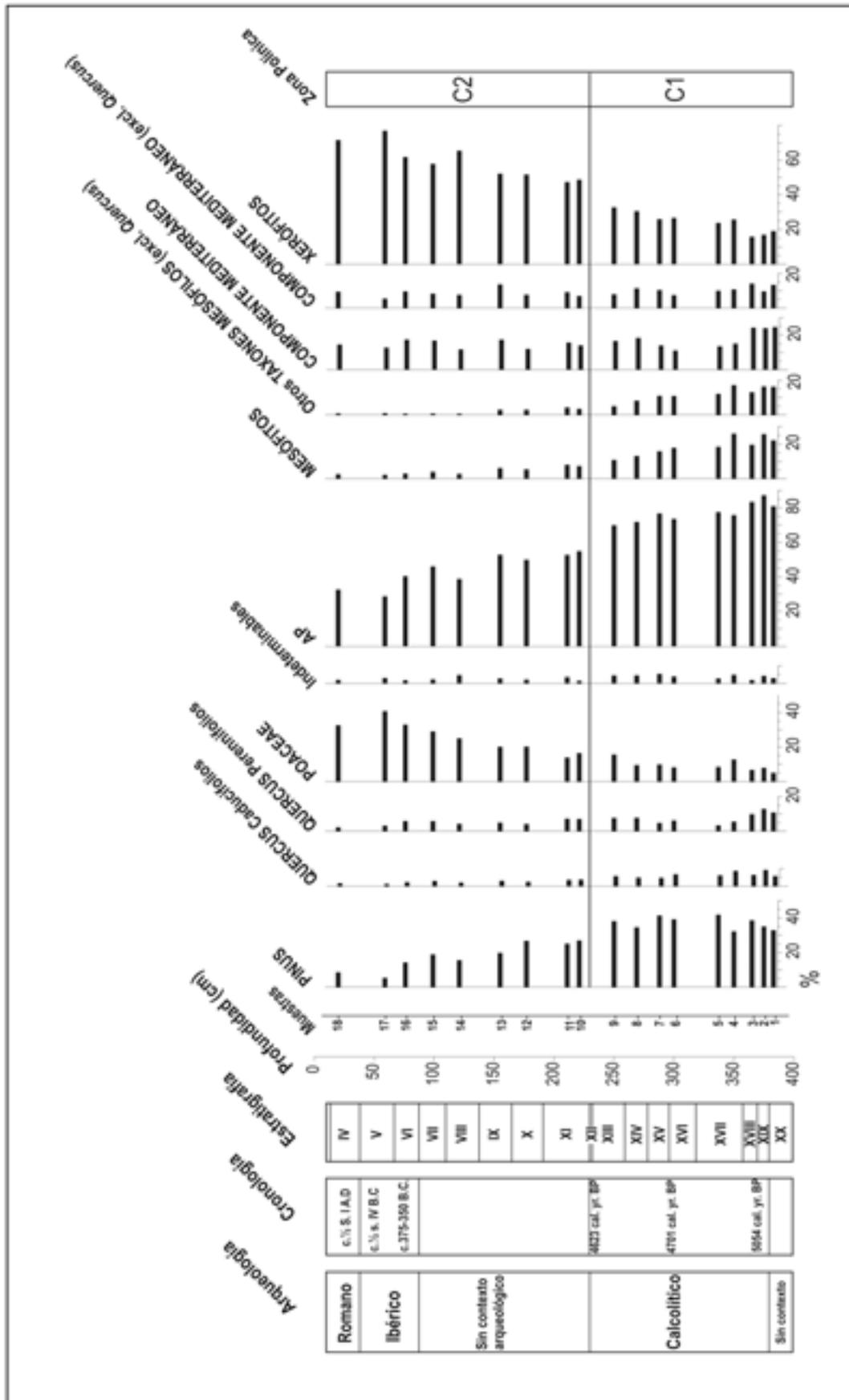


Figura 4. Diagrama polínico sintético.  
Figura 4. Synthetic pollen diagram.

noteca del Departamento de Biología Vegetal de la Universidad de Murcia. Los diagramas polínicos se construyeron con la ayuda de los programas Tilia 1.2, TiliaGraph 1.18 y TiliaView (Grimm 1991-93), posteriormente retocados con Corel Draw. La suma polínica incluye todos los taxa considerados en el recuento original de cada muestra.

## Resultados

La secuencia polínica de Carril de Caldereros se basa en 18 espectros polínicos, comprendiendo 37 tipos palinológicos y unas condiciones de preservación aceptables (Fig. 2). Éstas se constatan no sólo por la posibilidad de haber efectuado recuentos estadísticamente válidos (superiores a 250 granos en todos los casos), sino también porque el porcentaje de indeterminables no supera en ningún caso el 10%. Por añadidura, las concentraciones polínicas totales se encuentran dentro de lo habitual para la palinología de depósitos arqueológicos (Carrión et al. 1999), con 50.000-150.000 granos/gramo aproximadamente (Fig. 3). Además, las tendencias generales en la variación de porcentajes y concentraciones para cada taxon resultan similares, evidenciando que la estratigrafía polínica no es el resultado de una tafonomía diferencial (Dimbleby 1985) (Figs. 2 y 3).

Como rasgo más característico de la secuencia, conviene destacar la variación opuesta de los porcentajes de *Pinus* y Poaceae, principales componentes de los grupos de AP y NAP respectivamente. Junto a ellos, Chenopodiaceae, *Artemisia* y Asteraaceae conforman el conjunto de taxa más representados.

Se han establecido dos palinozonas (C1 y C2), cuyo límite se sitúa entre los espectros 9 y 10 (Figs. 2, 3 y 4). Aunque los criterios de compartimentación palinoestratigráfica son independientes, es preciso señalar que el tránsito entre C1 y C2 coincide con el límite superior del Calcolítico local, transición que se asocia al estrato XII, a partir del cual se constata la formación de niveles de aluvionamiento fluvial (niveles XI-IV).

La zona polínica C1 comprende los espectros 1 al 9 (estratos XX al XII) (Figs. 2, 3 y 4), y se caracteriza por una importante presencia de *Pinus* (más del 40% en los espectros 5 y 7). Los mesófitos, especialmente *Quercus* caducifolios, alcanzan en la zona basal del diagrama su máxima abundancia (6-10%). La presencia continua de *Salix* (3-4%), *Ulmus* (2-4%), *Alnus* (1-3%) *Fraxinus* (1-3%), y en menor medida *Betula* (0.3-1.3%) y *Corylus* (0.2-0.8%), dan testimonio de la importancia del elemento caducifolio en este primer período del registro.

En cuanto a los elementos mediterráneos, destaca la presencia constante de *Quercus* perennifolios (5-11%) en la zona C1, los cuales también ven disminuir su abundancia relativa a medida que los componentes de NAP adquieren mayor relevancia. Respecto a *Quercus* *suber*, *Arbutus*, *Buxus*, *Myrtus* o *Erica* se observa una clara diferenciación entre las dos biozonas establecidas. En la C1 ofrecen siempre unos porcentajes muy bajos, tendiendo a desaparecer superado el límite del estrato XII. No ocurre lo mismo con *Pistacia*, *Olea*, *Cistus* y *Phillyrea*, que aparecen de forma ininterrumpida en toda la secuencia, aunque este último taxon con aportaciones muy bajas. El componente xerofítico está dominado por gramíneas (6-15%), y en menor medida por asteráceas, quenopodiáceas, *Artemisia*, *Lygeum* y Lamiaceae. *Ziziphus*, *Tamarix* y *Ephedra fragilis* se presentan sólo puntualmente.

En la zona polínica C2 se constata la dominancia de los elementos mediterráneos y xerofíticos en detrimento del componente arbóreo (Figs. 2, 3 y 4). El conjunto caducifolio acusa una merma considerable, con la desaparición de *Corylus*, *Betula*, *Alnus* y *Fraxinus*. Los porcentajes de *Pinus* también se ven afectados por esta tendencia, exhibiendo valores que oscilan del 27% en el espectro 12 hasta el 5% en el 17, donde, Poaceae alcanza su máxima frecuencia (41%). En esta zona, el polen de *Quercus*, tanto caducifolio como perennifolio, experimenta descensos porcentuales, aunque sin llegar a desaparecer. No ocurre lo mismo con *Quercus* *suber*, *Arbutus*, *Buxus*, *Myrtus* y *Erica*. A partir del espectro 10, *Rhamnus* y Brassicaceae aparecen por primera vez, y adquieren relevancia algunos taxa que con anterioridad se manifestaban de forma anecdótica (*Thymelaea*, *Tamarix*, *Caryophyllaceae* y *Helianthemum*). Otro taxon exclusivo de esta zona polínica es *Vitis*, que se presenta en los tres espectros polínicos más recientes, coincidiendo con la incorporación de materiales ibéricos y romanos.

## Discusión

La secuencia palinológica del Carril de Caldereros, localizada en un área relativamente continental y adyacente al cauce de un río, proporciona información paleoambiental relativa a la segunda mitad del Holoceno. La provincia corológica Murciano-Almeriense viene caracterizada por la amplitud de su ombroclima semiárido y por una elevada diversidad florística y vegetal, incluyendo un notable componente endémico (Peinado et al. 1992). Se trata de un área insuficientemente estudiada desde el punto de vista de la paleoecología del Cuaternario, existiendo algu-

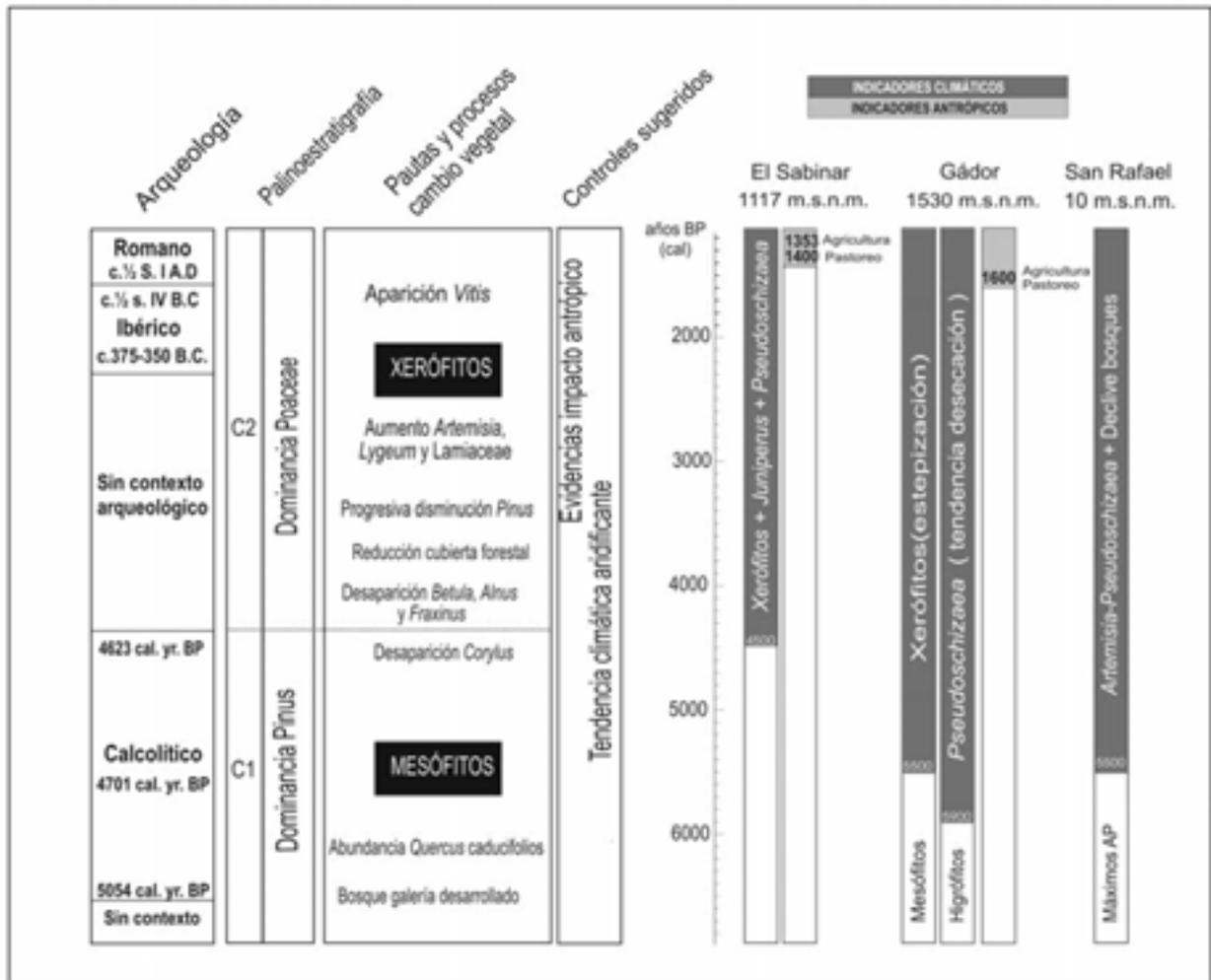


Figura 5. Pautas y controles de cambio vegetal sugeridos para la secuencia de Carril de Caldereros y su correlación con distintos contextos ecológicos regionales.

Figure 5. Patterns and controls of vegetation change and correlation with regional sequences.

nos datos para el Pleistoceno (Carrión et al. 1995, 2003b). Para el Holoceno, sin embargo, la mayor parte de los antecedentes se sitúan en los territorios más meridionales (López-García 1978, 1988; Mariscal 1992, Davis & Mariscal 1994, Yll et al. 1994, Riera et al. 1995, Jalut et al. 2000, Nogueras et al. 2000, Carrión et al. 2003a, Pantaleón-Cano et al. 2003) y en el semiárido alicantino (Dupré 1988, Burjachs et al. 1997).

Es preciso enfatizar que el registro presentado se elabora a partir de tafocenosis en las cuales la intervención relativa de cada uno de los contingentes (fluvial, eólico y biótico —particularmente el antrópico—), resulta difícil de definir. Lamentablemente, no disponemos apenas de modelos tafonómicos ni sobre lluvia polínica ni sobre los procesos postdeposicionales que conformarían los espectros polínicos en este contexto fluvio-arqueológico tan particular (Macphail

et al. 2004). En cambio, sí se empieza a disponer de antecedentes sobre deposición polínica en cueva (Coles et al. 1989, Burney & Burney 1993, Coles & Gilbertson 1994, Prieto & Carrión 1999, Navarro et al. 2000, McGarry & Caseldine 2004, Hunt & Rusworth 2005), y algunas investigaciones sobre lluvia polínica en la zona. Éstas sugieren que los depósitos arqueológicos, precisamente por la antropización y el *input* biótico, pueden llegar a reflejar con menos sesgo la vegetación circundante que los depósitos convencionalmente utilizados para reconstruir paleoambientes en la zona (Carrión 2002b). Nos referimos, naturalmente, a marjales litorales o secuencias marinas, ante la carencia de turberas o paleolagos. La explicación de esta aparente paradoja radica en el predominio local de vegetaciones entomófilas, en las cuales hay especies (ej. *Periploca angustifolia*, *Maytenus senegalensis*, *Withania frutescens*, *Lycium*

*europaeum*, *Calicotome intermedia*, *Launaea arborescens*, *Lavandula dentata*, *Osyris quadripartita*, etc) que, llegando a ser importantes desde el punto de vista de la cobertura o densidad, tienen procesos de dispersión o conservación polínica claramente deficientes. En otras palabras, si los yacimientos arqueológicos (en nuestro caso en contexto abierto) tienen deficiencias a la hora de representar con realismo el componente anemófilo, los depósitos de marjales litorales tienen un sesgo pronunciado a favor del mismo (Carrión 2002b).

Por añadidura, en la secuencia de Caldereros existen: (a) indicadores tafonómicos a favor de su potencial analítico (bajo porcentaje de indeterminables, concentraciones totales aceptables y diversidad importante en los tipos palinológicos) (Figs. 2, 3 y 4); (b) coherencia ecológica de los espectros polínicos, en los que los indicadores paleoclimáticos guardan un sentido estratigráfico; y (c) similitud con otros registros regionales coetáneos, lo que da veracidad a su significado paleoecológico.

Los niveles más antiguos de la secuencia, contemporáneos al periodo Calcolítico, contemplan formaciones abiertas de *Pinus* acompañados por árboles caducifolios, principalmente robles. Dado el carácter predominantemente calcícola de la zona, lo más probable es que se tratara del quejigo (*Quercus faginea*); sin embargo, no es tan sencillo sugerir una especie de pino: las posibilidades son amplias (*Pinus halepensis*, *P. pinea*, *P. nigra*, *P. sylvestris*).

La presencia de cupresáceas, debe asociarse probablemente a una o varias especies de *Juniperus*, sin poder descartar la presencia de *Tetraclinis articulata*. La palinología no alcanza potencial discriminador dentro de esta familia, pero la antracología sí, y documenta *Tetraclinis articulata* como un elemento natural del paisaje de la zona desde momentos muy antiguos (Grau 1990, Rodríguez-Ariza 1993, Rodríguez-Ariza & Vernet 1991, Carrión-Marco 2004, Schoch & Schweingrüber 1982).

Presumiblemente, el cauce del río Guadalentín acogería una vegetación de ribera bien estructurada, lo cual contrasta con la situación actual en la que encontramos comunidades degradadas de tarayales y adelfares junto con cañaverales en puntos aislados. En este sentido, puede ser pertinente la investigación de Calmel-Avila (2000), quien, sobre la base de estudios geomorfológicos y sedimentológicos, apunta para el bajo Guadalentín una progresiva degradación erosiva de la cuenca, precisamente a partir del Calcolítico. Procesos similares se aprecian en las cuencas de algunos ríos almerienses como el Andarax, en los que los análisis antracológicos (Rodríguez-Ariza 1992) reflejan que durante el Calcolítico Pleno, ha-

bía una vegetación de ribera bien desarrollada, con alisos, fresnos, sauces y chopos. En contraposición, los momentos posteriores van reflejando progresivamente una mayor denudación de la cubierta vegetal, tanto en las cuencas fluviales como en su entorno inmediato (Rodríguez-Ariza 1992, 1995, Cálalich & Martín 1999, Castro et al. 1999). Este modelo viene justificado por las evidencias paleocarpológicas de agriculturización en los pisos termo y mesomediterráneo (Buxó 1997, Castro et al. 1999, Nocete 2001).

Nuestros datos apoyan la noción general de que el Calcolítico marca la última época forestal del sureste semiárido, comenzando después un declive netamente concomitante con una mayor presión antrópica sobre el medio y una agudización de la tendencia a la xerofitización. La pérdida de diversidad sería importante, afectando a taxones extintos hoy en la zona (encina, quejigo, alcornoque, avellano, abedul, aliso, fresno, boj o madroño); o bien muy retraídos territorialmente (sauce, brezos y mirto). En otros casos, podemos asumir una distribución más amplia en el pasado para especies como el azufaifo (*Ziziphus lotus*), hoy relegado al litoral y a la Hoya de Fuente Álamo (Peinado et al. 1992); y menos amplia para xerófitos como el albardín (*Lygeum spartum*), los tarajes (*Tamarix*), o para el contingente ruderal y nitrófilo compuesto en su mayoría por especies de boj (*Artemisia*) y quenopodiáceas.

Las evidencias directas de agriculturización son escasas en la secuencia polínica del Carril de Caldereros. Nos limitamos al registro de *Vitis* a partir de época ibérica, aunque en la zona suele aparecer más tempranamente, como ocurre en el yacimiento calcolítico de Almizaraque (López-García 1988). Respecto a *Plantago*, comúnmente aceptado como un indicador antrópico en los diagramas polínicos, en este caso no se asocia palinológicamente con *Vitis*, sino que se presenta a lo largo de toda la secuencia. Este hecho hace pensar en una posible influencia antrópica desde niveles muy tempranos, o bien que en este caso, *Plantago* incluya una o varias de las especies no ruderales que hay en la zona (Sánchez-Gómez & Guerra 2003). El caso de *Olea* tampoco es diagnóstico, porque muestra su aparición a lo largo de todo el registro polínico.

La pauta descrita en esta secuencia se ajusta al contexto climático de aridificación creciente que se define para el Mediterráneo occidental a partir del Holoceno medio. Esta tendencia climática aparece bien documentada desde diversos registros palinológicos del SE peninsular (Pantaleón-Cano et al. 2003, Carrión 2002a, Carrión et al. 2003a, 2004). La complejidad interpretativa se acrecienta si tenemos en cuenta la variable antrópica, la cual incide de forma

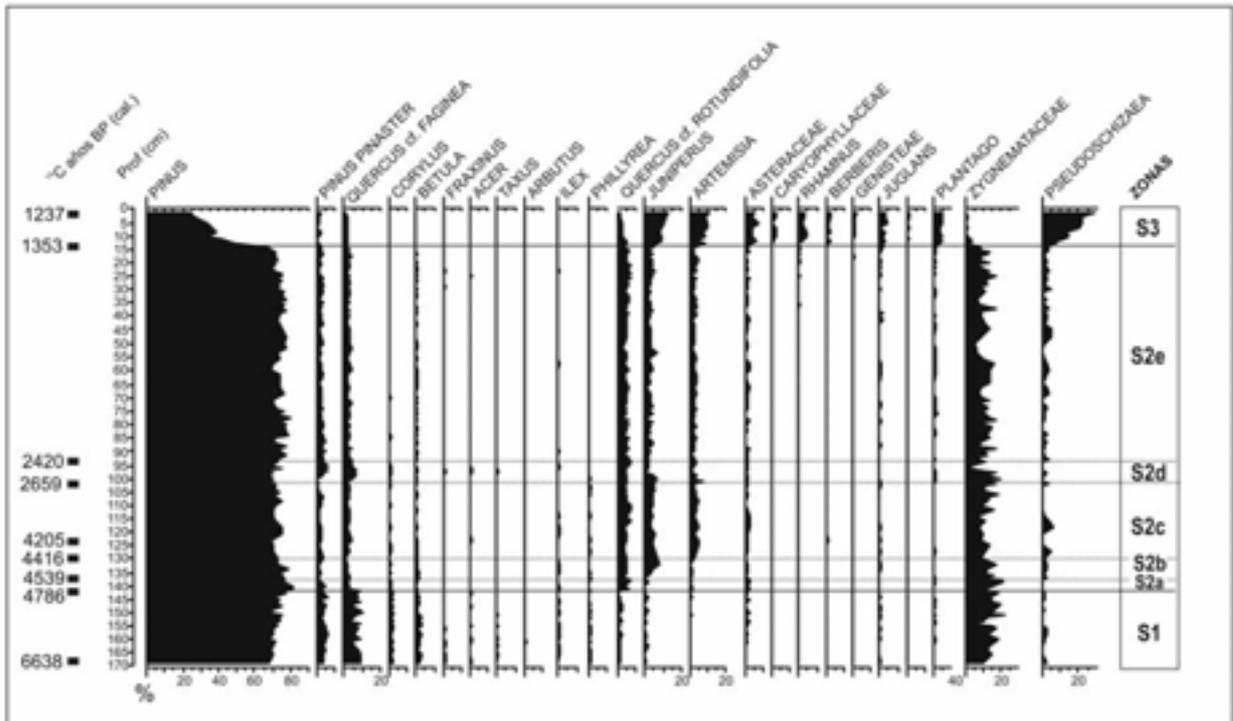


Figura 6. Diagrama polínico sintético de El Sabinar, en el supramediterráneo de las Sierras de Segura orientales (Carrión et al. 2004).  
Figure 6. Synthetic pollen diagram from El Sabinar, in the supramediterranean belt of the eastern Segura mountains (Carrión et al. 2004).

diferencial en los distintos contextos ecológicos regionales (Fig. 5).

A partir de 4400-4500 cal BP la secuencia murciana de El Sabinar, en el supramediterráneo de las Sierras de Segura orientales (Carrión et al. 2004), muestra un declive del conjunto caducifolio y un incremento de xerófitos y *Juniperus*, junto con la desecación y colmatación del ambiente lacustre, lo cual se infiere por la variación relativa de *Zygnemataceae* versus *Pseudoschizaea* (Fig. 6). Aproximadamente en torno a 1400 cal BP se observan los inicios de una importante actividad ganadera que habría inducido a la extensión de *J. thurifera* durante el último milenio, favoreciendo el adhesamiento del territorio. No obstante, los espectros polínicos aparecen dominados por *Pinus* durante todo el período de estudio y la deforestación sólo tiene lugar de forma dramática durante los últimos 1300 años aproximadamente, afectando también a las quercíneas perennifolias. Hasta entonces, las altiplanicies del NW murciano estuvieron ocupadas por densos bosques de pino.

En la secuencia polínica de la Sierra de Gádor (piso supramediterráneo almeriense), el microfósil *Pseudoschizaea* indica a partir de 5900 cal BP, un proceso de desecación lagunar que tiene su respuesta vegetal a partir de 5500 cal BP. En ese momento, la xerofitización del paisaje se hace evidente con un cambio en la estructura ecológica, instalándose pina-

res y *Quercus* perennifolios en detrimento de un robleal con mayor fitodiversidad de leñosas (Fig. 7). Este fenómeno concluye en torno a 3940 cal BP y tiene lugar justamente durante la época argárica, coincidiendo con un incremento notable en la concentración de partículas de carbón en el depósito paleolacustre. Esto sugiere un aumento en la frecuencia y virulencia de los incendios, y queda abierta la cuestión de si este proceso estuvo directamente controlado por la aridez o la acción roturadora del hombre (Carrión et al. 2003a).

Como en El Sabinar (Fig. 6), la deforestación de las zonas de altitud en Gádor es también un proceso muy reciente que abarcaría el último milenio. Ésta es una diferencia crucial con la secuencia de Caldereros. Sin embargo, la diacronía vegetal es similar en los registros palinológicos del litoral meridional de Almería. Si observamos, por ejemplo, el diagrama polínico de San Rafael (Fig. 8), parece clara que la tendencia a la matorralización (con expansión de comunidades de *Artemisia* y quenopodiáceas) se da ya en el Holoceno Medio, entre 4500 y 5500 cal BP. Lo mismo sucede en Roquetas de Mar y, más al norte, en la cuenca del río Antas (Pantaleón-Cano et al. 2003). Estos diagramas, en cualquier caso, no permiten dilucidar la incidencia relativa de la presión antrópica porque no se han detectado indicadores palinológicos.

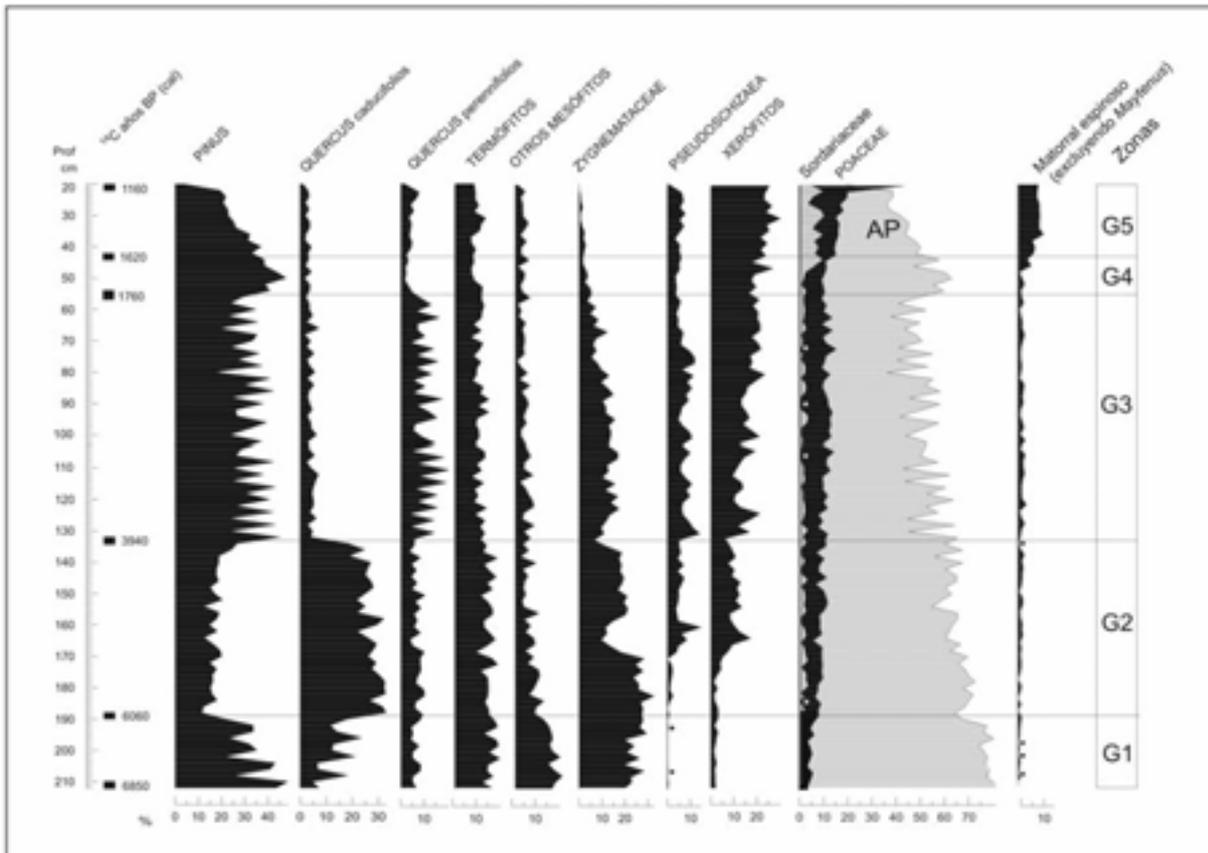


Figura 7. Diagrama polínico sintético de Gádor, en el supramediterráneo almeriense (Carrión et al. 2003a).  
Figure 7. Synthetic pollen diagram from Gádor, in the Almerian supramediterranean belt (Carrión et al. 2003a).

En resumen, se constata la existencia de un proceso de degradación ecológica en el valle del Guadalentín, que afectaría no sólo al componente freático, sino también al paisaje vegetal de las llanuras y montañas adyacentes. En general, dicho proceso se define por la regresión y extinción local de especies arbóreas, siendo particularmente sensibles los caducifolios. Se puede estimar en torno a 4600 cal BP la instalación del paisaje actual. Las curvas de xerófitos y mesófitos definen bien un proceso de control climático para esta pauta de cambio vegetal (Fig. 4); control que por otro lado, viene reafirmado en la correlación de secuencias regionales (Fig. 5). Sin embargo, las coincidencias con otros registros en los que hay contexto arqueológico bien documentado, sugieren una intensa actividad de denudación vegetal antropogénica. Dicho impacto, bien pudo haber acelerado una tendencia natural que venía manifestándose desde hace unos seis mil años en el termomediterráneo del sureste peninsular.

## Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada a través de los proyectos PI-17/00739/FS/01, PI-00369/FS/04 (Fundación Séneca, Murcia) y REN2003-02499-GLO (Ministerio de Educación y Ciencia). Agradecemos a la Doctora Mercedes García Antón sus comentarios sobre una primera versión del manuscrito.

## Referencias

- Bellido A. 1996. Los Campos de hoyos. Inicio de la economía agrícola en la submeseta norte. Valladolid: Universidad de Valladolid. *Studia Archaeologica* 85.
- Burjachs F, Giralt S, Roca JR, Seret G & Julià R. 1997. Palinología holocénica y desertización en el Mediterráneo occidental. En *El paisaje mediterráneo a través del espacio y del tiempo. Implicaciones en la desertificación* (Ibáñez JJ, Valero BL & Machado C, eds.). Logroño: Geofoma Editores, pp. 379-394.

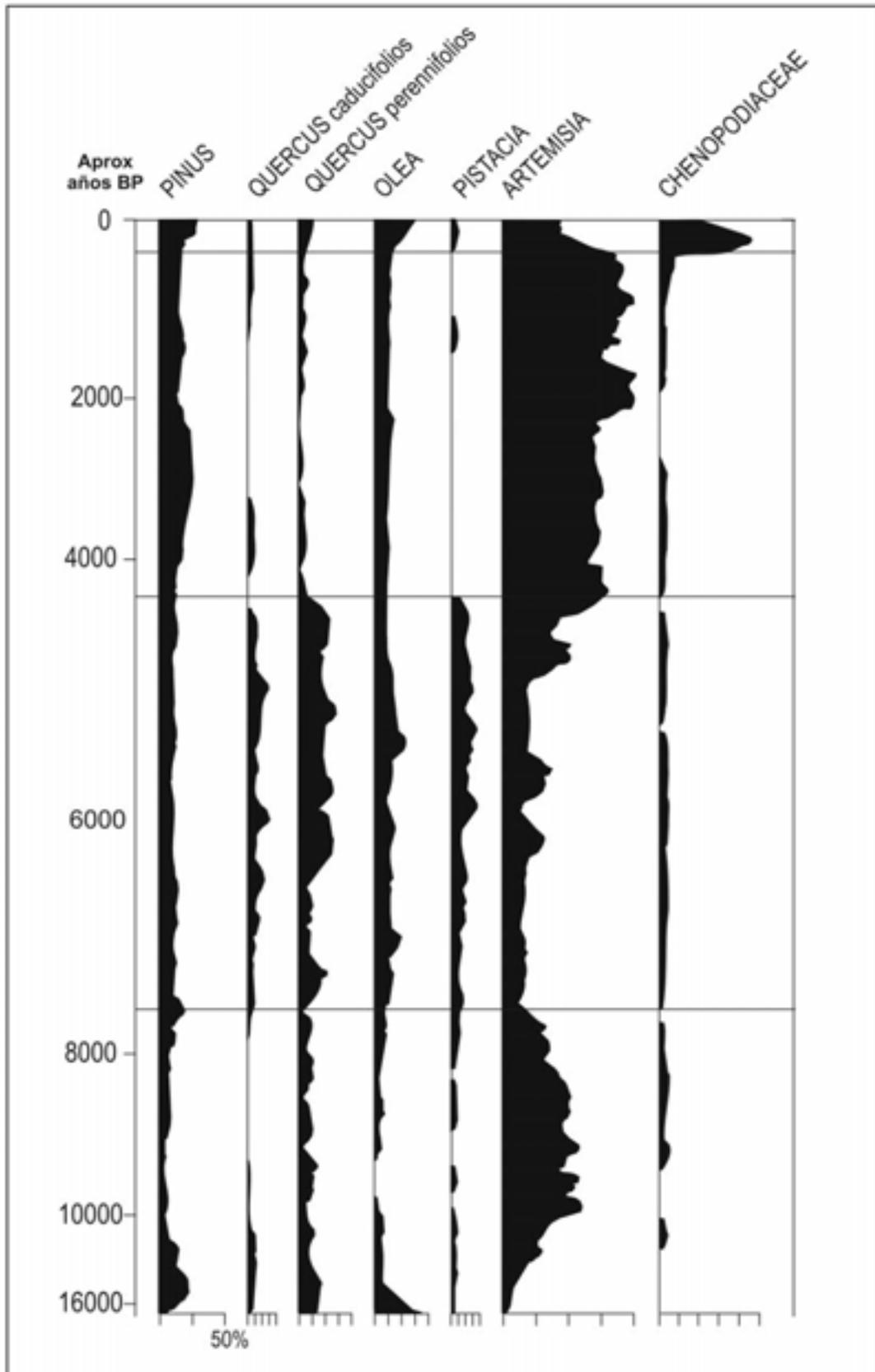


Figura 8. Diagrama polínico sintético de San Rafael, en la costa de Almería. Redibujado de Pantaleón-Cano et al. (2003).  
Figure 8. Synthetic pollen diagram from San Rafael, in the Almería coast. Redrawn from Pantaleón-Cano et al. (2003).

- Burney DA & Burney LP. 1993. Modern pollen deposition in cave sites: experimental results from New York State. *New Phytologist* 124: 523-535.
- Buxó R. 1997. *Arqueología de las plantas*. Barcelona: Crítica.
- Cámalich MD & Martín D. 1999. El territorio almeriense desde los inicios de la producción hasta fines de la antigüedad. Un modelo: la Depresión de Vera y Cuenca del Río Almanzora. Sevilla: *Arqueología, Monografías, Junta de Andalucía*.
- Calmel-Avila M. 2000. Procesos hídricos holocenos en el Bajo Guadalentín (Murcia, SE España). *Cuaternario y Geomorfología* 14(3-4): 65-78.
- Carrión JS. 2001. Dialectic with climatic interpretations of Late-Quaternary vegetation history in Mediterranean Spain. *Journal of Mediterranean Ecology* 2: 145-156.
- Carrión JS. 2002a. Patterns and processes of Late Quaternary environmental change in a montane region of southwestern Europe. *Quaternary Science Reviews* 21: 2047-2066.
- Carrión JS. 2002b. A taphonomic study of modern pollen assemblages from dung and surface sediments in arid environments of Spain. *Review of Palaeobotany and Palynology* 120: 217-232.
- Carrión JS, Dupré M, Fumanal MP & Montes R. 1995. A palaeoenvironmental study in semi-arid southeastern Spain: the palynological and sedimentological sequence at Perneras Cave (Lorca, Murcia). *Journal of Archaeological Science* 22: 355-367.
- Carrión JS, Munuera M, Navarro C, Burjachs F, Dupré M. & Walker MJ. 1999. The palaeoecological potential of pollen records in caves: the case of Mediterranean Spain. *Quaternary Science Reviews* 18: 1061-1073.
- Carrión JS, Sánchez-Gómez P, Mota JF, Yll E & Chaín C. 2003a. Holocene vegetation dynamics, fire and grazing in the Sierra de Gádor, southern Spain. *The Holocene* 13(6): 839-849.
- Carrión J, Yll E, Walker M, Legaz A, Chaín C & López A. 2003b. Glacial refugia of temperate, Mediterranean and Ibero-North African flora in south-eastern Spain: new evidence from cave pollen at two Neandertal man sites. *Global Ecology and Biogeography* 12: 119-129.
- Carrión J, Yll E, Willis KJ & Sánchez-Gómez P. 2004. Holocene forest history of the eastern plateaux in the Segura Mountains (Murcia, Southeastern Spain). *Review of Palaeobotany and Palynology* 132: 219-236.
- Carrión-Marco Y. 2004. Análisis antracológico del yacimiento del Fuente Álamo (Cuevas de Almanzora, Almería): Usos de la madera y paleovegetación. En *Congreso sobre la Edad del Bronce en las Tierras Valencianas y Zonas limítrofes* (Hernández Alcaraz L & Hernández M, eds). Alicante: Ayuntamiento de Villena, pp. 477-486.
- Castro P, Chapman RW, Suriñach S, Lull V, Micó R, Rihuete C, Risch R & Sanahuja ME. 1999. Proyecto Gatas. 2. La dinámica arqueoecológica de la ocupación prehistórica. Sevilla: *Arqueología, Monografías, Junta de Andalucía*.
- Coles GM & Gilbertson DD. 1994. The airfall-pollen budget of archaeologically important sites: Creswell Crags, England. *Journal of Archaeological Science* 21: 735-755.
- Coles GM, Gilbertson DD, Hunt CO & Jenkinson RDS. 1989. Taphonomy and the palynology of cave deposits. *Cave Science* 16: 83-89.
- Davis OK & Mariscal B. 1994. A comparison of archaeological palynology of Almería, Spain, and coastal southern California, U.S.A. In *Aspects of archaeological palynology: methodology and applications* (Davis OK, ed.). AASP Contributions Series 29: 75-82.
- Dimbleby G. 1985. *The palynology of archaeological sites*. New York: Academic Press.
- Dupré, M. 1988. *Palinología y paleoambiente. Nuevos datos españoles*. Referencias. Servicio de Investigación Prehistórica. Valencia: Serie de Trabajos Varios 84.
- Eiroa JJ. (ed.). 1995. *Prehistoria de la Región de Murcia*. Murcia: Universidad de Murcia.
- Fernández S, Carrión JS, Fuentes N, González-Sampériz P, Gil G, García-Martínez MS, Vega-Toscano LG & Riquelme JA. (en prensa). Palynology of Carhuela Cave, southern Spain: completing the record. *Geobios*.
- Grau E. 1990. El uso de la madera en yacimientos valencianos de la Edad del Bronce a la época visigoda. Datos etnobotánicos y reconstrucción ecológica según la antracología. Tesis doctoral. Valencia: Universidad de Valencia.
- Grimm EC. 1991-93. *Tilia and Tilia-Graph*. Springfield: Illinois State Museum.
- Grove AT & Rackham O. 2001. *The nature of Mediterranean Europe. An ecological history*. New Haven and London: Yale University Press.
- Hayes JW. 1972. *Late Roman pottery*. London.
- Hernando A. 1999. *Los primeros agricultores de la Península Ibérica*. *Arqueología Prehistórica*. Madrid: Síntesis.
- Horowitz A. 1992. *Palynology of arid lands*. Amsterdam: Elsevier.
- Hunt CO & Rushworth G. 2005. Pollen taphonomy and airfall sedimentation in a tropical cave: the West Mouth of The Great Cave of Niah in Sarawak, Malaysian Borneo. *Journal of Archaeological Science* 32: 465-473.
- Jalut G, Esteban A, Bonnet L, Gauquelin T & Fontugne M. 2000. Holocene climatic changes in the western Mediterranean, from south-east France to south-east

- Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 160: 255-290.
- López-García P. 1978. Resultados polínicos del Holoceno en la Península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria* 35: 29-38.
- López-García P. 1988. Estudio polínico de seis yacimientos del sureste español. *Trabajos de Prehistoria* 45: 335-345.
- López-Sáez JA & López-García P. 1999. Rasgos paleoambientales de la transición Tardiglacial-Holoceno (16-7,5 ka BP) en el Mediterráneo ibérico, de Levante a Andalucía. *Geoarqueología i Quaternari litoral*: 139-152.
- Mariscal B. 1992. Variación de la vegetación durante el Subboreal. Análisis polínico en Cabezo de Brujas, Almizaraque (Almería). *Revista Española de Micropaleontología* 23: 141-149.
- Martínez-Andreu M. 2003. Nuevas propuestas para el estudio de las sociedades cazadoras-recolectoras en el sureste peninsular. En *Estudios de Arqueología dedicados a la profesora Ana María Muñoz Amilibia* (Ramallo SF, ed.). Murcia: Universidad de Murcia.
- McGarry SF & Caseldine C. 2004. Speleothem palynology. An undervalued tool in Quaternary studies. *Quaternary Science Reviews* 23: 2389-2904.
- Macphail RI, Cruise GM, Allen MJ, Linderholm J & Reynolds P. 2004. Archaeological soil and pollen analysis of experimental floor deposits; with special reference to Butser Ancient Farm, Hampshire, UK. *Journal of Archaeological Science* 31: 175-191.
- Moore PD, Webb JA & Collison ME. 1991. *Pollen analysis*, 2<sup>nd</sup> ed. Oxford: Blackwell.
- Navarro C, Carrión JS, Navarro J, Munuera M & Prieto AR. 2000. An experimental approach to the palynology of cave deposits. *Journal of Quaternary Science* 15: 603-619.
- Nogueras P, Burjachs F, Gallart F. & Puigdefàbregas J. 2000. Recent gully erosion in the El Cautivo badlands (Tabernas, SE Spain). *Catena* 40: 203-215.
- Nocete F. 2001. Tercer milenio antes de nuestra era. Relaciones y contradicciones centro/periferia en el Valle del Guadalquivir. Barcelona: Bellaterra, Arqueología.
- Pantaleón-Cano J, Yll E, Pérez-Obiol R & Roure JM. 2003. Palynological evidence for vegetational history in semi-arid areas of the western Mediterranean (Almería, Spain). *The Holocene* 13(1): 109-119.
- Peinado M, Alcaraz F & Martínez-Parras JM. 1992. *Vegetation of southeastern Spain*. Berlin: J. Cramer.
- Prieto AR & Carrión JS. 1999. Tafonomía polínica: sesgos abióticos y bióticos del registro polínico en cuevas. *Publicación Especial de la Asociación Paleontológica Argentina* 6: 59-64.
- Riera S, Esteban A & Gómez A. 1995. El depósito turboso de la Cañada Larga del Cerro del Sotillo (1890 m., Sierra de Baza-Filabres). Estudio polínico y geomorfológico. Avance preliminar. *Actas 3 Reuniao do Quaternario Ibérico*, Coimbra, Universidade de Coimbra, 491-497.
- Rodríguez-Ariza MO. 1992. Las relaciones hombre-vegetación en el sureste de la Península Ibérica durante las edades del Cobre y Bronce a partir del análisis antracológico de siete yacimientos arqueológicos. Ph. D. Thesis, Universidad de Granada.
- Rodríguez-Ariza MO. 1993. Contrastación de la vegetación calcolítica y actual en la cuenca del Andarax a partir de la antracología. *Sevilla: Anuarios Arqueológicos de Andalucía /II*, pp. 14-23.
- Rodríguez-Ariza, MO. 1995. Una aproximación a la vegetación de la Depresión de Vera durante la Prehistoria Reciente. En *Informe anual del Proyecto Aguas: reconstrucción paleoclimática y dinámica de la ocupación humana y del uso de la tierra en la cuenca media del Río Aguas (Almería) en el sudeste de la Península Ibérica* (Lull V, coord.). Brussels: Programa de Investigación medioambiental de la CE, pp. 93-107.
- Rodríguez-Ariza MO & Vernet JL. 1991. Etude paleoecologique du Gisement Chalcolithique de Los Millares (Santa Fé de Mondújar, Almería). *Etude Anthracologique*. Oxford: British Archaeological Review International Series 573: 1-16.
- Sánchez-Gómez P & Guerra J. 2003. Nueva flora de Murcia. *Plantas vasculares*. Murcia: Diego Marín.
- Sánchez-Goñi MF, Cacho I, Turon J-L, Guiot J, Sierro FJ, Peyrouquet J-P, Grimalt JO & Shackleton NJ. 2002. Synchronicity between marine and terrestrial responses to millennial scale climatic variability during the last glacial period in the Mediterranean region. *Climate Dynamics* 19: 95-105.
- Schoch W & Schweingrüber FH. 1982. Holzkohlanalytische Ergebnisse aus der bronzezeitlichen Siedlung Fuente Álamo, Prov. Almería, Spanien. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 12: 451-455.
- Targarona J. 1997. Climatic and oceanographic evolution of the Mediterranean Region over the last Glacial-Interglacial transition. A palynological approach. *Utrecht: LPP Contribution Series* 7.
- Targarona J, Alonso B, Cacho I, Canals M & López-Sáez JA. 1996. Climatic changes during the Late Quaternary in south east Spain: implications for the establishment of the Murciano-Almeriense bioprovince. *Estudios Palinológicos*, pp. 119-123.
- Valero-Garcés B & González-Sampériz P. 1999. Records of environmental and climate change in the Mediterranean region. The lacustrine contribution. 1<sup>st</sup> Workshop of the Southern Europe Working Group. European Lake Drilling Programme. Zaragoza: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Yll E, Pantaleón-Cano J & Pérez-Obiol R. 1994. Análisis polínico de una secuencia holocénica en Roquetas de Mar (Almería). En Trabajos de palinología básica

y aplicada (Mateu I, Dupré M, Güemes J & Burgaz ME, eds). Valencia: Universidad de Valencia, pp. 189-198.