

ESTUDIO PALINOLÓGICO DEL YACIMIENTO ARQUEOLÓGICO DE LA PLAZA VIRGEN DE LOS REYES, SEVILLA

Martín-Consuegra, E.¹; Ubera, J.L.² & Romo, A.³

¹ Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales,
Universidad de Córdoba, 14071 - Córdoba.

² Departamento de Biología Vegetal, Área de Botánica, Universidad de Córdoba.

³ San Clemente 18, 41004-Sevilla.

(Manuscrito recibido el 13 de Noviembre de 2002, aceptado el 20 de Diciembre de 2003)

RESUMEN: Se han estudiado quince muestras de los sedimentos del yacimiento arqueológico de la Plaza Virgen de los Reyes de Sevilla. El polen se ha aislado y concentrado por los procedimientos físico-químicos habituales. Se han contabilizado los tipos polínicos determinables y se han calculado las cantidades absolutas en granos por gramo de sedimento y relativas en porcentajes. Para apreciar los cambios producidos en la vegetación a lo largo del periodo comprendido en el muestreo se ha construido un diagrama polínico basado en los datos absolutos. Sobre este diagrama se ha expresado un análisis de cluster jerarquizado por estratos que nos permite definir las etapas del yacimiento. Finalmente, con objeto de determinar las semejanzas entre las muestras, entre los tipos polínicos, así como las relaciones entre unos y otros, se ha realizado un análisis de componentes principales. Con toda esta información cualitativa y cuantitativa se puede afirmar que el yacimiento ha pasado por unas etapas iniciales en las que había una mayor influencia de la vegetación natural seguidas de otras en las que la vegetación se ve fuertemente reducida y alterada. Correlacionando estos hechos con las hipótesis históricas para la evolución del centro de la ciudad de Sevilla, parece confirmarse que la zona de estudio se situaba extramuros de la primitiva muralla republicana, quedando posteriormente englobado en el interior amurallado de la ciudad imperial.

PALABRAS CLAVE: Arqueopalinología, Tilia Graph, Análisis Componentes Principales.

SUMMARY: Fifteen samples from Plaza Virgen de los Reyes, Seville site have been studied. Pollen grains have been isolated and concentrated by usual physical-chemical methods. Identifiable pollen types has been scored, absolute and relative in percentage were calculated. In order to assess the taken place changes in vegetation a pollen diagram, based in absolute counts, were constructed. Over this diagram, a strata hierarchized cluster analysis was calculated to help us to define the site stages. Finally, a principal component analysis was carried out to determine the similarities between samples, between pollen types, as well as relationships among one to another. Based in this qualitative and quantitative data, one can state that site has gone through an initial stages with a larger natural vegetation influence, followed by other in which natural vegetation was extensively reduced and disturbed. Taken in account the historical hypothesis for the centre of city of Seville, it seems to confirm the site were firstly outside the primitive Republican city wall, afterwards it were located inside the walled Imperial city.

KEY WORDS: Archaeopalynology, Tilia Graph., Principal Component Analysis.

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES PALINOLÓGICOS

La Arqueopalinología se ha constituido una ciencia eficaz en la reconstrucción paleoambiental de los yacimientos arqueológicos. Esta rama de la Botánica se basa en el aislamiento e identificación de la lluvia polínica depositada en las diferentes épocas en que produjo la deposición de los sedimentos en el yacimiento. De acuerdo con REILLE (1990), la lluvia polínica representa un fiel reflejo de la vegetación del momento y su depósito y conservación de esta no afecta a su espectro polínico. Por tanto, el estudio polínico de los sedimentos podría utilizarse para reconstruir la lluvia polínica y de ahí la vegetación de la época en que se produjo su sedimentación.

Aunque desde el punto de vista de la Palinología tradicional estas muestras pudieran resultar problemáticas, en Arqueopalinología a menudo tienen un interés particular (PEARSALL, 1989). Así se ha demostrado en el estudio de numerosos yacimientos arqueológicos, como el de Dogden Moss (Escocia) donde se describieron los cambios en la vegetación desde el Holoceno hasta nuestros días (DUMAYNE-PEATY, 1999). En Andalucía se han realizado varios estudios arqueopalinológicos en diversos yacimientos históricos, demostrando en todos ellos el efecto de la expansión del poblamiento sobre la vegetación natural. Podemos destacar los realizados en el yacimiento arqueológico de Madinat Al-Zahra, Córdoba, donde se contribuyó a la reconstrucción del ajardinamiento y de los cambios en la vegetación circundante al yacimiento (MARTÍN-CONSUEGRA, et al. 1996, 2000). Los estudios palinológicos suelen aportar mejores resultados cuando se discuten en un equipo interdis-

ciplinar, como se hizo en el estudio de la antigua estación de San Bernardo, donde se reconstruyeron los cambios en la vegetación y medio ambiente del centro de la ciudad de Sevilla (MARTÍN-CONSUEGRA et al., 1998). En el yacimiento del antiguo Hospital de las Cinco Llagas, Sevilla, los datos palinológicos colaboraron en su rehabilitación (UBERA & LLERGO, 2003).

ANTECEDENTES ARQUEOLÓGICOS

Los datos históricos (ver recopilación en ROMO SALAS, 1999) de este céntrico enclave de la ciudad de Sevilla nos hablan del Corral de los Olmos, cabildo secular y eclesiástico de la ciudad cristiana. Más atrás en el tiempo como lugar de tránsito entre los alcázares y la medina islámica, que posteriormente se perdería en la remodelación urbanística de Abu Yacub Yusuf.

La falta de datos objetivos más antiguos fue decisiva para la realización de esta investigación arqueológica y palinológica.

Las fuentes protohistórica y republicana cualifican el sector de borde urbano. A partir de COLLANTES DE TERÁN (1977:73) -que afirmaba que la muralla primitiva del lado sur no pasaba del área de la Catedral, y que según él circularía por el Hospital de Santa Marta, Mateos Gago, Fabiola- los diversos autores posteriores han situado la muralla más al NE de este emplazamiento. Por ello, y debido a los pocos datos arqueológicos existentes, este espacio se considera como un sector extramuros, aunque muy próximo al ángulo SO de la primitiva cerca.

En época republicana (Fig. 1) se plantea la hipótesis de la cercanía de una puerta hacia Cádiz en la muralla, que daría salida al cardo máximo que vendría desde el foro hacia el sur. También en esta época hay cons-

tancia en diversas fuentes de la existencia de un puerto cercano dotado de potentes astilleros a mediados del S. I aC.

En época imperial, el auge comercial de Hispalis supone una gran ampliación de las infraestructuras portuarias y administrativas, por lo que se supone que el yacimiento se situaría intramuros, situando la comentada puerta hacia Cádiz más al sur.

De época bajoimperial-visigoda se tiene muy poca información. Sólo contamos con

la presencia de un edificio basilical, con piscina bautismal que existió desde el cambio de siglos IV/V al S. VIII dC. Estos restos paleocristianos, encontrados en el Patio de Banderas, debieron estar situados extramuros, como lo confirman la aparición de varias tumbas.

Con estos datos podríamos considerar que el yacimiento ha pasado de estar ubicada en el exterior de la ciudad republicana al interior del foro económico de la metrópolis altoimperial. Sector que desde un principio



FIGURA 1. Plano del centro de Sevilla mostrando la hipotética situación de las murallas: A, época republicana; B, época imperial

se constituyó como centro comercial y religioso de la ciudad de Sevilla, especialmente desde la conquista de la ciudad en el S. XII y la transformación de la mezquita aljama en Catedral.

MATERIAL Y MÉTODOS

El yacimiento arqueológico de la plaza Virgen de los Reyes de Sevilla fue estudiado en Noviembre de 1994, en el marco del "Proyecto de Investigación Ciudad de Sevilla".

El yacimiento se encontraba en la parte occidental de la plaza del mismo nombre, muy cerca de la cara oriental de la Giralda. Las muestras se tomaron del perfil oeste abierto en la excavación, siguiendo las unidades estratigráficas definidas por el equipo de arqueólogos (ver Tab. 1) dirigido por Ana Romo.

Las muestras fueron procesadas según el procedimiento clásico de DUPRÉ (1979) con algunas modificaciones (MARTÍN-CONSUEGRA, HERNÁNDEZ y UBERA, 1996). En el tratamiento

U.E.	Profundidad (cm)	Descripción del contexto arqueológico (Romo, 1999)
252	65-70	Relleno marrónáceo, con carbonilla y restos constructivos groseros. Forma de lentejón.
279	90-05	Relleno de obra, color gris oscuro. Fase islámica.
289	130-135	Relleno de bolsa con material de desecho; marrónácea con detritus de cal. Fase almohade.
302c	158-161	Arcillas y limos rojo claro, homogéneo de grano fino y con microturbaciones, es un nivel de deposición natural tras una inundación prolongada. Fase islámica S. VIII-X dC.
302b	175-178	
302a	195-200	
316	220-225	Arcillas marrón rojizas; distribución homogénea de detritus constructivos. Fase bajo imperial, S. V dC.
315	232-238	Fuerte nivel de derrumbe buzado hacia el norte; las estructuras mas masivas de las que dependieron deben quedar más hacia el sur. Fase bajo imperial, S. V dC.
323	240-242	Fondo de estructura hidráulica con fábrica de <i>opus signinum</i> . Doble capa de <i>signinum</i> y la segunda apoyada sobre hilada de ladrillos a canto. Fase bajoimperial, severos.
334b	258-262	Arcillas rojas con fragmentos de adobe, carbón, fimbriees y gran concentración de estucos decorados. Fase altoimperial.
334a	264-268	
335	270-275	Arcillas pardas. Fase altoimperial.
338	280-285	Arcillas rojizas con detritus de cal y carbonilla; posibles microturbaciones. Fase altoimperial.
341b	288-292	Sus interfaces laterales son demasiado verticales y nítidas como para ser una fosa. Parece haber pertenecido a una estructura de madera, posteriormente incendiada-corroborado por algunos clavos. Fase fin época augustea
341a	280-285	

TABLA 1. Unidades estratigráficas estudiadas indicando la profundidad de los muestreos desde el nivel actual de la plaza y la descripción de los materiales.

físico-químico se ha seguido la técnica de BATES *et al.* (1978) para la eliminación de los elementos minerales, seguido de la flotación en líquido denso GIRARD & RENAULT-MISKOVSKY (1969). Se tomaron 30g de muestra y se montaron en un volumen conocido para su cuantificación. Con este material se confeccionaron preparaciones móviles (Cour, 1974) para facilitar el estudio e identificación de los granos de polen. Para la determinación de los granos de polen se siguió básicamente a VALDÉS *et al.* (1987). A partir de los conteos realizados se ha construido una tabla de datos porcentuales (ver Tab. 2) y se han representado sus cantidades absolutas en granos/g (grn/g). Estos datos se han representado en el diagrama polínico (Fig. 1) mediante los programas Tilia y TiliaGraph (GRIMM, 1991-1992). En este gráfico se ha expresado el resultado de un análisis de cluster jerarquizado por estratos (CONISS stratigraphically constrained cluster análisis, GRIMM, 1987).

Se ha empleado el programa Statistica (STATSOFT, 1999) para llevar a cabo un Análisis de Componentes Principales (ACP) cuyos resultados permiten conocer las afinidades entre las muestras y los tipos polínicos que las caracterizan, así como las relaciones de las muestras y tipos polínicos entre sí.

RESULTADOS

Se han estudiado 15 muestras del yacimiento arqueológico de la Plaza Virgen de los Reyes de Sevilla. En conjunto se han identificado y cuantificado 31 tipos polínicos. Estos se han reunido en tres grupos según su significado ecológico. En árboles y arbustos se han incluido 8 tipos, entre los que se considera a *Mentha* pues en el se incluyen los granos de polen de *Thymus*. En her-

báceos se recogen 18 tipos polínicos. Finalmente en acuáticos se reúnen 5 tipos pertenecientes a plantas de humedales y ambientes muy húmedos, como los helechos (*Isoetes*, esporas de helechos triletas y monoletas) y esporas de algas (*Concentricystes*).

En el diagrama polínico (Fig. 2) se ha representado en ordenadas la profundidad y la ubicación de las unidades estratigráficas (UE) y en abscisas las concentraciones de los tipos polínicos encontrados. En la columna AP/NAP (polen arbóreo/polen no arbóreo) figura el porcentaje de la totalidad de pólenes arbóreos frente a la suma herbáceos más los acuáticos. En el grupo de No Identificados se incluyen todos los pólenes que no se han podido determinar por estar ocultos, en posición inadecuada, deteriorados o ser desconocidos.

La relación AP/NAP se mantiene en todas las muestras muy baja, sólo en la UE.323 alcanza cantidades próximas al 50% pero es debido a la escasez de polen en esa unidad lo que hace que el poco que hay sea en su gran mayoría de *Erica*, que no llega a los 5grn/g. Sin embargo el pico de la UE.334a si es significativo, como se puede comprobar por la abundancia de *Pinus*, *Quercus*, *Erica* y *Olea*.

De acuerdo con el agrupamiento efectuado por el análisis de cluster (CONISS), se pueden establecer seis etapas, cuyas características más llamativas son las siguientes:

Etapas 1: Formada por las dos muestras ambas pertenecen a la unidad estratigráfica 341. Estas muestras forman parte de una estructura rectangular situada en la base de la columna estratigráfica compuesta mayoritariamente por carbones. El número de tipos polínicos encontrados es muy llamativo, sólo Gramineae en la UE.341a y Cruciferae

Tipos Polínicos	UE252	UE279	UE289	UE302c	UE302b	UE302a	UE316	UE315	UE323	UE344b	UE344a	UE318	UE341b	UE341a
<i>Pinus</i>	7.9	3.9	2.9	0.6	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2	1.0	0.0	0.0
<i>Cedrus</i>	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Quercus</i>	1.1	0.0	3.5	5.2	1.8	6.3	0.0	0.0	0.0	4.2	4.3	2.0	2.7	0.0
<i>Alnus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
<i>Erica</i>	2.2	0.0	1.8	0.6	0.9	0.0	4.8	0.0	80.1	4.2	4.3	2.0	1.4	0.0
<i>Mentha</i>	1.1	0.0	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Fraxinus</i>	1.1	0.0	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Olea</i>	0.0	1.9	0.6	0.6	4.5	6.3	0.0	0.0	0.0	4.2	5.8	1.0	0.0	0.0
APNAP	22.3	7.3	6.0	5.5	11.3	102.3	26.0	0.0	769.2	82.5	41.1	8.6	6.0	0.0
<i>Hypochaeris</i>	0.0	0.0	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	10.0	0.0	0.0	0.0
<i>Chenopodium</i>	1.1	0.0	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2	3.0	13.7	0.0
Malvaceae	1.1	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.0	0.0	0.0
<i>Viola</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
Leguminosae	4.5	4.9	7.0	11.5	8.1	12.5	9.5	36.4	0.0	8.3	8.7	0.0	9.6	0.0
<i>Cruciferae</i>	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Frodium</i>	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Umbellifer</i>	0.0	5.8	1.2	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	2.7	0.0
<i>Galium</i>	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Plantago</i>	0.0	1.0	1.8	2.3	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	6.1	9.6	0.0
<i>Carduus</i>	19.1	6.8	14.0	1.7	5.4	12.5	14.3	18.2	0.0	12.5	8.7	17.2	1.4	0.0
<i>Centaurea</i>	2.2	2.9	4.1	1.1	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0
<i>Liguliflor</i>	9.0	18.4	17.0	21.3	11.7	25.0	14.3	0.0	0.0	16.7	11.6	16.2	11.0	0.0
<i>Tubiflorae</i>	4.5	5.8	4.1	10.9	6.3	12.5	19.0	9.1	0.0	4.2	2.9	3.1	11.0	0.0
<i>Cerealia</i>	5.7	2.9	8.2	10.9	4.3	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Gramineae</i>	13.5	19.4	8.2	14.9	24.3	0.0	9.3	0.0	0.0	0.0	8.7	9.1	8.2	0.0
<i>Asphodelus</i>	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Liliaceae</i>	0.0	0.0	0.6	1.1	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Cyperaceae</i>	0.0	0.0	1.2	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Typha</i>	0.0	0.0	0.6	0.6	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Isoetes</i>	1.1	0.0	0.0	0.6	1.8	0.0	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0
<i>Triletas</i>	3.4	0.0	2.3	0.6	0.9	0.0	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0
Concentric	2.2	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0
Nolentif.	16.9	23.3	16.4	11.5	15.3	25.0	14.3	27.3	0.0	33.3	18.8	18.2	24.7	33.3
Total	81.1	104.9	185.0	177.2	106.8	162.3	21.4	10.0	6.5	26.0	66.4	100.8	90.3	87.7

TABLA 2. Cantidades porcentuales para los tipos polínicos identificados y total absoluto en gramos por gramos de muestra para cada unidad 4estratigráfica.

en la UE.341b, así como los incluidos en No Identificados para ambas muestras.

Etapa 2: Formada por las UE.338, UE.335, UE.334a y UE.334b. En esta etapa hay mayor número de tipos polínicos arbóreos arbustivos, como *Alnus*, *Olea*, *Pinus*, *Erica*, y *Quercus coccifera*; en los herbáceos destacar las mayores concentraciones de *Cardueae* y *Liguliflorae* en torno a los 20 grn/g, siguiéndoles *Cruciferae*, *Chenopodium*, *Gramineae* y *Tubiflorae* con valores entre 10-15 grn/g. El resto de los tipos polínicos, *Centaurea*, *Cerealia*, *Malvaceae*, *Plantago*, *Typha* y *Umbelliferae*, en herbáceas, y *Concentricystes*, *Isoetes* y *Triletas*, en acuáticas, presentan concentraciones alrededor de 5 grn/g.

Etapa 3: Formada por la UE. 323. Este nivel sería casi estéril de no ser por la presencia de algunos pólenes de *Cyperaceae*, *Erica* y *Gramineae* que aparecen esporádicamente en concentraciones inferiores a 5 grn/gr.

Etapa 4: Formada por las UE.315, UE.316 y 302a. Esta etapa se caracteriza por una baja concentración de tipos polínicos arbóreos y bajas concentraciones de los tipos polínicos herbáceos, entre los que destacan: *Cardueae*, *Cruciferae*, *Erica*, *Gramineae*, *Liguliflorae* y *Tubiflorae*, todos presentan concentraciones inferiores a 5 grn/gr. En el grupo de acuáticas, *Isoetes* y *Triletas*, aparecen concentraciones inferiores a 5 grn/gr.

Etapa 5: Formada por las unidades estratigráficas 302b, 302c y 289. Aumentan de nuevo los tipos polínicos arbóreos *Alnus*, *Olea*, *Pinus*, *Quercus coccifera* y *Fraxinus* que aparece por primera vez en el perfil y los arbustivos como *Erica* y *Menta*. Todos ellos presentan concentraciones en torno a 5 grn/

g o menores, salvo *Quercus coccifera* que sube hasta cerca de los 10 grn/g. Algunos de los tipos polínicos herbáceos aumentan sus niveles como *Cruciferae*, *Gramineae*, *Liguliflorae* y *Tubiflorae*, otros se mantienen constantes con niveles semejantes a la etapa anterior, *Cardueae*, *Isoetes* y *Triletas*. Por último, aparecen nuevos tipos polínicos como *Centaurea*, *Cerealia*, *Cyperaceae*, *Chenopodium*, *Leguminosae*, *Liliaceae*, *Plantago*, *Typha* y *Concentricystes*.

Etapa 6: Formada por las unidades estratigráficas 279 y 252. En esta etapa disminuyen la mayoría de los tipos polínicos arbóreos, aunque *Pinus* aumenta. En la mayoría de herbáceas se encuentran cantidades semejantes. Algunos tipos polínicos aparecen por primera vez en todo el perfil como *Asphodelus*, *Erodium*, *Galium* e *Hypocoum*; otros como *Malvaceae*, surgen de nuevo tras estar algunos etapas sin hacerlo. La tendencia general en la mayoría de los tipos polínicos de esta etapa es a disminuir al acercarse a la superficie.

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES.

Mediante este análisis multivariante podemos simplificar la información de nuestros datos originales, contenida en una matriz de 15 muestras x 31 tipos polínicos, en otra con muchas menos variables o factores que reúnen la mayor parte de la variabilidad en los primeros factores.

De este análisis se han excluido la UE.341 debido a la peculiar distribución de los pólenes encontrados, solo *Cruciferae* en EU.341a y *Gramineae* en la UE.341b. Esta distribución de los tipos polínicos en las muestras condiciona de forma manifiesta el resto del análisis enmascarando los resultados obtenidos cuando se incluyen estas dos uni-

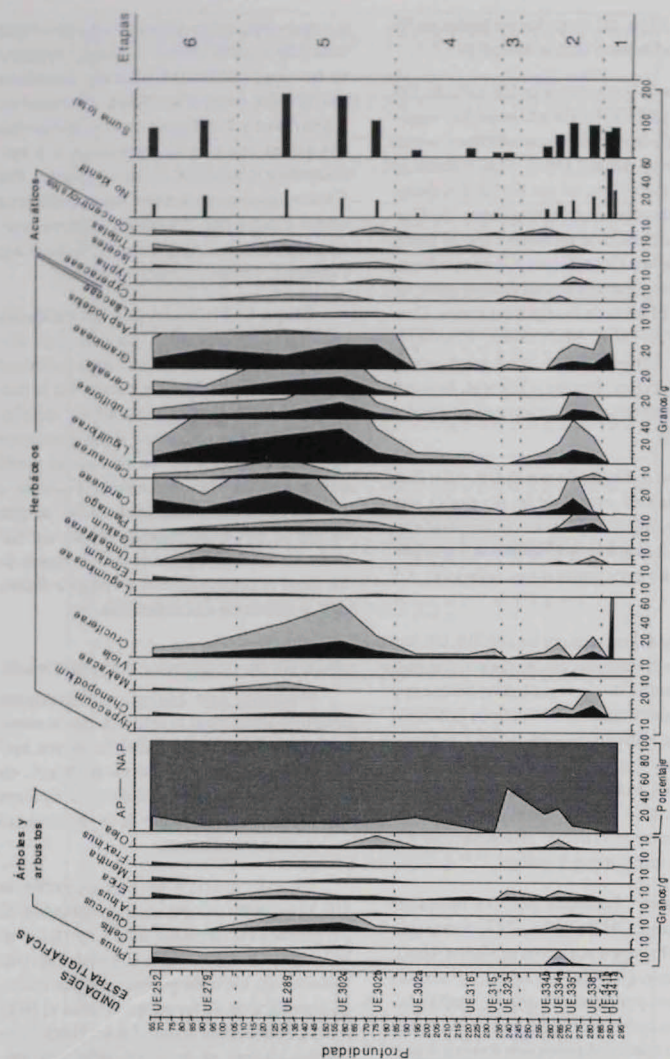


FIGURA 2. Diagrama polínico del yacimiento arqueológico de la Plaza Virgen de los Reyes, Sevilla.

dades en él. Por ello se ha manejado una matriz de 13x31 en lugar de la original.

Los resultados para el peso individual y relativo de cada factor aparecen reflejados en la Tabla 3. Como se puede observar los tres primeros factores acumulan el 77,5% de la variabilidad total. Este nivel de significación, junto con el criterio de Kaiser de utilizar aquellos factores que absorban más que significación original (Eigenvalue > 1), nos ha motivado a emplear sólo los tres primeros factores para nuestro análisis. En las Figs. 2 y 3 se muestran gráficamente y de una forma simultánea la situación espacial de muestras y tipos polínicos.

En la Figura 2 donde se representan los factores 1 y 2, podemos ver como algunas unidades se destacan claramente de las demás, así la UE.252 se diferencia del resto por sus mayores contenidos en Cardueae. Por otro lado podemos observar como las unidades UE.334a, 335 y 289 presentan espectros semejantes. Además podemos observar como las variables con más peso en la variabilidad de nuestras muestras son Cardueae, Ligulifloras, Pinus, Gramineae y Olea.

En la Figura 3, para los factores 1 y 3, además de lo comentado anteriormente, podemos observar como la UE.323 se diferencia del resto por su contenido en Erica y como este tipo polínico es muy significativo en la distribución de las UEs en esta vista.

DISCUSIÓN

De forma general el diagrama polínico nos refleja una zona muy influenciada por la presión humana. Las bajas concentraciones de polen y esporas en todo el perfil pueden indicar sucesivas construcciones en la zona

que han imposibilitado el crecimiento de la vegetación de forma continua.

Integrando la información palinológica de nuestro análisis, con la sedimentológica y la arqueológica podemos aportar nuevos datos en la reconstrucción histórica de la ciudad de Sevilla.

Observando nuestro diagrama polínico (Fig.1), y tras su análisis de cluster (CONISS) hemos descrito seis etapas. La primera de ellas constituye un conjunto de materiales muy alterados, con una distribución muy anormal y con una gran cantidad de carbonos. Por ello podría tratarse de restos vegetales quemados, posiblemente de forma intencionada al estar reunidos en una estructura de límites bien definidos.

La etapa 2 nos muestra una vegetación natural relativamente abundante, con buena representación del estrato arbóreo, fundamentalmente el bosque mediterráneo anemófilo. En el estrato herbáceo abundan las plantas de terrenos alterados y pastizales.

Factores	Por factor		Porcentajes	
	Eigenval.	% var.	Eigenval.	% var.
1	7.73	59.50	7.73	59.50
2	1.43	10.97	9.16	70.47
3	0.92	7.04	10.08	77.51
4	0.84	6.45	10.92	83.97
5	0.66	5.06	11.57	89.03
6	0.51	3.94	12.09	92.97
7	0.43	3.32	12.52	96.29
8	0.19	1.43	12.70	97.72
9	0.13	0.99	12.83	98.71
10	0.07	0.55	12.90	99.26
11	0.06	0.47	12.96	99.73
12	0.02	0.19	12.99	99.91
13	0.01	0.09	13.00	100.00

TABLA 3. Variabilidad absorbida por factor y variabilidad acumulada en los factores extraídos mediante el ACP. (Eigenvalues, valores de significación sobre el número de variables iniciales [n=13]. Var, porcentaje de variabilidad absorbida por factor).

Por tanto deberíamos considerar esta unidad como un espacio abierto con una vegetación muy condicionada por la presencia del hombre.

En las etapas 3 y 4 se produce una fuerte caída en las concentraciones polínicas, pero especialmente en el estrato arbóreo. En la etapa 3 (UE.323) destaca la presencia de *Erica* que podría sugerirnos la presencia de una techumbre de brezo. Ambas unidades nos sugieren un entorno muy alterado, con muy poca vegetación y más aislado de la vegetación circundante anemófila. En la etapa 4 se ha incluido la UE.302a, aunque perteneciente a unos materiales que se continúan en la siguiente etapa se mantiene en esta etapa por sus bajos contenidos polínicos

En la etapa 5 se incluyen las UE.302b y 302c, ambas junto con la UE.302a están inte-

gradas por materiales de una inundación. Sin embargo las diferencias entre las tres son llamativas. Como ya hemos comentado la UE.302a presenta un pobre espectro polínico semejante a las UEs de la etapa 4, posiblemente se deba a que estos materiales de inundación son los primeros que sedimentaron después de la avenida fluvial y la rápida deposición de los pesados elementos minerales redujo la concentración polínica del sedimento. En las otras dos (UE.302b y 302c) observamos como a medida que los elementos minerales del sedimento se depositan también lo va haciendo una mayor cantidad de polen. En la EU.302b abundan especialmente las plantas relacionadas con los ambientes húmedos (*Typha*, *Isoetes*, *Concentricystes*), posiblemente fueran los pólenes de las plantas que vivieron aguas arriba del yacimiento y llegaron allí con la avenida. En la UE.302c aumentan las plantas de suelos alterados, más secos

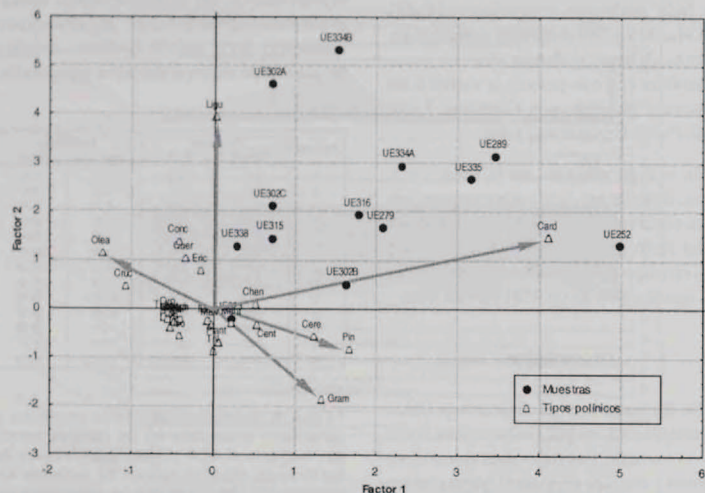


FIGURA 3. Análisis de componentes principales del yacimiento Virgen de los Reyes. Factores 1 y 2.

(Cruciferae, Ligulifloras, Tubifloras, Cerealia), junto con una buena representación del bosque mediterráneo (*Quercus*, *Celtis*), estas plantas seguramente serían las que recolonizaron el nuevo suelo después de retirarse las aguas junto con los pólenes de la lluvia polínica del momento. Finalmente, la UE.289 presenta un espectro semejante a lo anterior, vegetación alterada con buena influencia del bosque mediterráneo. Esta sucesión de cambios en la vegetación nos sugieren la presencia de una avenida fluvial y la recolonización del terreno por la vegetación circundante hasta transformarse en un enclave antropizado abierto.

En la etapa 6 la vegetación predominante es de nuevo la herbácea, del estrato arbóreo, sólo tiene cierta importancia *Pinus*, planta que puede enviar sus pólenes a gran

distancia. De nuevo estaríamos en un entorno más urbano y por tanto aislado de la vegetación anemófila.

En resumen, mediante la información palinológica podemos apoyar la hipótesis de la situación del yacimiento extramuros durante las etapas 1 y 2, durante la 3 se habría producido la construcción de nuevas infraestructuras que limitaron mucho el desarrollo de la vegetación e impidieron la llegada del polen anemófilo. En la etapa 5 contemplamos la evolución de los terrenos inundados por una gran avenida fluvial, con una mayor cobertura vegetal y el posible derrumbe de la muralla romana que permitió la llegada de pólenes ajenos al yacimiento. La etapa 6 supondría una nueva urbanización de la zona con nueva reducción del espectro polínico.

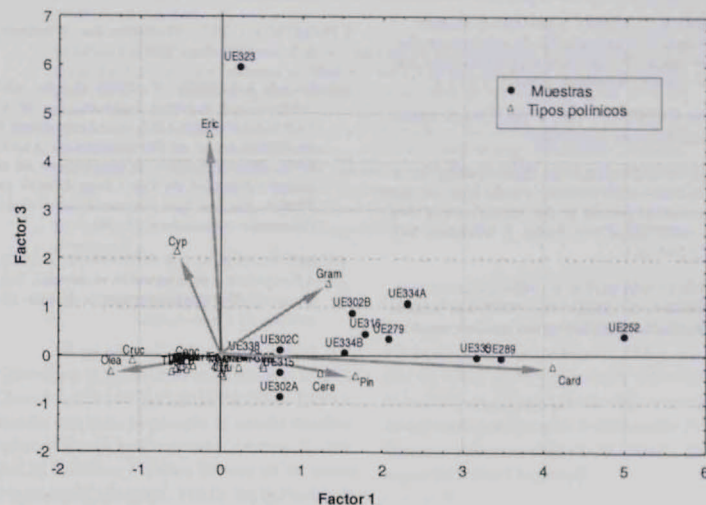


TABLA 4. Análisis de componentes principales del yacimiento Virgen de los Reyes. Factores 1 y 3.

BIBLIOGRAFÍA

- BATES, C.D.; COXON, P. & GIBBARD, P.L. (1978). A new method for the preparation of clay-rich sediment samples for palynological investigation. *New Phytol.* 81:459-463.
- COLLANTES DE TERÁN, F. (1977). Contribución al estudio de la topografía sevillana en la Antigüedad y Edad Media. Sevilla.
- COUR, P. (1974). Nouvelles techniques de détection des flux et des retombées polliniques: étude de la sédimentation des pollens et des spores à la surface du sol. *Pollen et Spores* 16(1):103-141.
- DUPRE, M. (1979). Breve manual de análisis polínico. Inst. J.S. Elcano. C.S.I.C. Dept. de Geografía. Univ. de Valencia.
- GIRARD, M. & RENAULT-MISKOVSKY, J. (1969). Nouvelles techniques de préparation en Palynologie appliquées à trois sédiments du Quaternaire final de l'Abri Cornille (Istres-Bouches-du Rhône). *Bull. del'A.F.E.Q.* 21:275-284.
- GRIMM, E.C. (1987). CONISS: A fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. *Comput. Geosci.* 13:13-35.
- GRIMM E. (1991-92). *Tilia y Tilia Graph*. Illinois State Museum, Springfield.
- MARTÍN-CONSUEGRA, E., HERNANDEZ, E. & UBERA, J.L. (1996). Palynology of the historical period at the Madinat Al-Zahra archaeological site, Spain. *J. Archaeol. Sci.* 23:249-261.
- MARTÍN-CONSUEGRA, E.; HERNANDEZ-BERMEJO, E. & UBERA, J.L. (2000). Los jardines de Madinat Al-Zahra, su reconstrucción a través del polen. Pub. Univ. de Córdoba y Obra Social y Cultural Cajasur, Córdoba.
- MARTÍN-CONSUEGRA, E. (1993). *Palinología y botánica histórica del complejo de Madinat Al-Zahra*. Tesis doctoral. Univ. Córdoba.
- MARTÍN-CONSUEGRA, E.; UBERA J.L. & HERNANDEZ E. (1996). Palynology of the historical period at the Madinat Al-Zahra archaeological site, Spain. *J. Archaeol. Sci.* 23:249-261.
- MARTÍN-CONSUEGRA, E.; CHISVERT, N.; CÁCERES, L. & UBERA J.L. (1998). Archaeological, palynological and geological contributions to landscape reconstruction in the alluvial plain of the Guadalquivir river. at San Bernardo, Sevilla (Spain). *J. Archaeol. Sci.* 25:521-532
- PEARSALL, D.M. (1989). *Paleoethnobotany. A Handbook of Procedures*. Academic Press, San Diego.
- ROMO SALAS, A. (1999). El sondeo estratigráfico de la Plaza Virgen de los Reyes (Sevilla). El registro deposicional. *Anu. Arqueol. Andal.* 3:422-432
- STATISTICA (1997). *Statistica for Windows*, v. 5. StatSoft, Inc., Tulsa.
- UBERA J.L. & LLERGO Y. (2003). Estudio palinológico del basurero islámico. In: M.A. TABALES RODRÍGUEZ (ed.) *Arqueología y rehabilitación en el Parlamento de Andalucía. Investigaciones arqueológicas en el antiguo hospital de Las Cinco Llagas de Sevilla*. pp. 319-322. Secretaría General del Parlamento de Andalucía, Sevilla.
- VALDES, B.; DIEZ, M.J. & FERNANDEZ, I. (1987). *Atlas polínico de Andalucía occidental*. Inst. Desarrollo Regional Univ. Sevilla. Excm. Diputación de Cádiz, Sevilla.

ORNAMENTACIÓN Y ULTRAESTRUCTURA DE LA ESPORODERMIS DEL GÉNERO *ERODIUM* L'HÉR. (GERANIACEAE)

Salinas, M.J.; Suárez, V. & Romero, A.T.

Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, 18071 - GRANADA, España.

(Manuscrito recibido el 29 de Noviembre de 2002, aceptado el 5 de Junio de 2003)

RESUMEN: Se ha evaluado el valor taxonómico de dos parámetros de la ornamentación del grano de polen del género *Erodium* a MEB: el número de lirias por unidad de superficie y el ángulo que forman las lirias al entrecruzarse entre sí. La comparación de dichos parámetros entre las diferentes especies muestra que la densidad de las lirias puede ser un dato taxonómicamente útil, sobre todo al nivel de especie. Así mismo se ha estudiado la ultraestructura de la pared y de las aperturas a MET. Se aprecia un tectum discontinuo, columelas infratectales largas y una base delgada y nanoporforada. No se observa endexina. La intina tiene un grosor semejante al de la base. Se constata la presencia de cámaras aperturales (que son protuberancias del citoplasma de la célula vegetativa) descritas anteriormente en algunas especies de *Geranium*.

PALABRAS CLAVE: *Erodium*, Geraniaceae, esporodermis, ornamentación, ultraestructura, cámaras aperturales.

SUMMARY: The taxonomic value of two parameters of pollen-grain ornamentation in the genus *Erodium* has been evaluated by SEM: the number of lirae per unit of surface area and the angle formed by intersecting lirae. Comparisons of these parameters among the different species show that the density of the lirae can constitute useful taxonomical information, particularly at the species level. Also, a study was made of the ultrastructure of the wall and apertures by TEM. A discontinuous tectum was visible as well as long, infratectate columelae, and a thin, nanoporforated footlayer. The endexine was not detected. The intine had a thickness similar to that of the footlayer. Aperture chambers were found (these being protuberances of the cytoplasm of the vegetative cell), as described elsewhere in some species of *Geranium*.

KEY WORDS: *Erodium*, Geraniaceae, sporoderm, ornamentation, ultrastructure, apertural chambers.

INTRODUCCIÓN

El género *Erodium* es, junto con *Geranium*, el único representante de la familia Geraniaceae en la flora de la Península Ibérica, familia con unos 11 géneros de amplia distribución en las regiones templadas y templado-cálidas de la Tierra y menos diversa en las zonas tropicales (CRONQUIST, 1981). En la Península Ibérica se conocen unas 30 especies, la mayoría incluidas en las secciones *Malacoidea*,

Absinthioidea y *Cicutaria* del subgénero *Barbata* y una perteneciente al subgénero *Plumosa* (*sensu* GUITTONNEAU, 1972). En algunas de estas secciones existen especies problemáticas desde en punto de vista taxonómico, destacando, por ejemplo, la subsección *Petraea* (sección *Absinthioidea*) o la subsección *Romana* (sección *Cicutaria*).

Los estudios palinológicos en el género *Erodium* se han abordado desde el pun-