

MODIFICACIONES DEL PAISAJE DURANTE LOS ÚLTIMOS 25.000 AÑOS, EN LITORAL NORTE DE PORTUGAL. INCIDENCIA DE LAS OSCILACIONES EUSTÁTICAS EN LA CONFIGURACIÓN Y REPRESENTATIVIDAD DE LOS ECOSISTEMAS LIMNÉTICOS

Gómez-Orellana R.L.; Ramil-Rego, P. & Muñoz-Sobrino, C.

Laboratorio de Botánica, Departamento de Botánica, Escola Politécnica Superior, Universidade de Santiago, 27002 - Lugo, Galicia, España.

(Manuscrito recibido el 28 de Noviembre de 2002, aceptado el 14 de Julio de 2003)

RESUMEN: Se han realizado análisis polínicos en un grupo de formaciones sedimentarias fosilizadas, emplazadas en el actual litoral Norte de Portugal, cuya cronología se extiende desde el Estadial Würmiense Final hasta el Holoceno reciente. Los datos, reflejan la importante incidencia de los movimientos eustáticos en la configuración y representatividad polínica de los ecosistemas limnéticos emplazados en los territorios más próximos al Océano.

PALABRAS CLAVE: Análisis polínico, Estadial Würmiense Final, Holoceno, Transgresión Flandriense, Litoral, Portugal.

SUMMARY: Palynological analysis in ancient limnic deposits situated in the actual Atlantic margin of Northern Portugal has been carried out. The sequence extends from the Würm Final Stadial (Upper Würm) and to the Late Holocene. The data allow us to ascertain the great influence of eustatic movements in the pollen representation of the limnic ecosystems placed near the ocean.

KEY WORDS: Pollen analysis, Upper Würm, Holocene, Flandrian transgression, Atlantic margin, Portugal.

INTRODUCCIÓN

El área litoral se entiende desde el punto de vista paleoecológico, como un espacio dinámico en constante evolución a través del tiempo, siendo las causas principales de este dinamismo, los posibles movimientos epigénicos, las oscilaciones eustáticas o una acción combinada de ambos. La diferente incidencia de estos factores se manifiesta principalmente durante las transiciones en-

tre periodos glaciares e interglaciares, haciendo mermar o incrementar la superficie de este particular espacio.

Así, el aumento del nivel marino asociado al Holoceno, supuso en los territorios litorales del NW ibérico la pérdida de amplias superficies de topografía allanada, quedando este espacio reducido en ocasiones a estrechas franjas de terreno tras las que se elevan importantes macizos montañosos de es-

casa altitud, pero cuya presencia tendrá una intensa influencia en la configuración tanto climática como paisajística del área litoral holocena. La alternancia de facies marinas, eólicas y lacustres, que se observa en las formaciones estudiadas, evidencia la existencia de estos movimientos así como la alternancia de momentos de ascenso y retroceso del nivel marino. De igual forma, la presencia de discontinuidades en los perfiles estudiados, muestra la existencia de actividad tectónica reciente en el territorio de estudio (GRANJA, 1991; GRANJA & CARVALHO, 1944; GRANJA & DE GROOT, 1996). De este modo, la inestabilidad será durante gran parte del Holoceno el factor determinante en el espacio litoral, frente al equilibrio registrado en los territorios sublitorales e interiores. La frágil armonía impuesta afectará por tanto de forma directa a la dinámica de las diferentes biocenosis, emplazadas en el entorno litoral, así como a la representatividad de las secuencias paleoecológicas obtenidas en este ámbito para el Holoceno.

La representación de este paisaje vegetal de carácter zonal en los espectros polínicos suele verse afectada por la acción de barrido de los vientos oceánicos. Si el depósito se encuentra alejado del frente marino y por lo tanto próximo a los territorios en los que se desarrolla la vegetación zonal, esta suele tener una buena representación en los diagramas, pero claramente inferior a la que se obtiene en depósitos más continentales (MATEUS, 1992; RAMIL REGO & GÓMEZ-ORELLANA, 1996). Sin embargo, cuando el depósito se ubica en la proximidad del frente marino, la acción del viento conducirá en la mayoría de los casos a una infra-representación de las comunidades zonales, situadas a barlovento, quedando por contra suprarrepresentadas las formaciones azonales de carácter halófilo (MATEUS, 1992).

La actual situación de conocimiento paleoecológico para los últimos 18.000 años en el NW de la Península Ibérica permite establecer correctamente la dinámica de la vegetación para este período (MUSOZ SOBRINO *et al.*, 1996, 1997). Este hecho permite realizar una correcta evaluación de los espectros polínicos obtenidos en el litoral, para este espacio temporal, evitándose de esta forma la errónea interpretación de espejismos en lo que se refiere a la vegetación regional.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los depósitos analizados, se emplazan en el territorio litoral comprendido entre las localidades de Esposende y Espiño. Se trata de formaciones sedimentarias, constituidas en su mayor parte por materiales de origen marino, conformadas por facies de playa o duna, entre las cuales se han delimitado niveles lacustres compuestos por materiales arcillosos con alto contenido en arena, sobre los cuales se llevó a cabo el análisis polínico. En total se analizaron 4 niveles y 36 muestras.

El muestreo y la extracción del residuo esporopolínico se realizó siguiendo los métodos habituales en palinología (MOORE *et al.*, 1991). Para la representación de los resultados, se han calculado los valores porcentuales de cada taxón con respecto a la suma polínica total. Para cada taxón se han representado dos curvas: la primera (sólida) muestra las frecuencias polínicas reales, y la segunda (trama) los valores multiplicados por diez.

En los tres depósitos analizados, el muestreo se realizó de forma manual. De los siete niveles recogidos tres fueron considerados polínicamente estériles tras la realización de dos extracciones consecutivas. El

residuo extraído a partir de estos últimos, presenta una gran cantidad de hifas fúngicas y una exigua cantidad de polen.

RESULTADOS

FORMACIÓN DE AGUÇADOURA

La formación de Aguçadoura, se desarrolla a lo largo del área litoral comprendida entre la localidad de Esposende y la desembocadura del río Ave (Fig. 1). A partir de los datos obtenidos por GRANJA y CARVALHO en el estudio de diferentes afloramientos y sondeos (GRANJA 1991; GRANJA & CARVALHO, 1993a, b; etc.), se elaboró la figura 2, en la que se indican los diferentes niveles que conforman el depósito así como su atribución cronológica. En la columna se distingue un nivel de arenas finas, oscuras y limosas con turbas y diatomeas, que es denominada localmente como "Tijuca" (III), para el que se han obtenido varias dataciones radiocarbónicas que sitúan su formación, entre 4.470 BP y 360 BP (GRANJA & CARVALHO, 1993a; GRANJA & CARVALHO, 1994). En un afloramiento situado en las proximidades de la localidad de Póvoa do Varzim, se recogió para su análisis palinológico, un nivel de 30 cm de potencia, correspondiente a la unidad denominada "Tijuca" (Fig. 2).

El diagrama obtenido del análisis polínico (Fig. 3), muestra un absoluto predominio del polen no arbóreo, entre el cual destacan los porcentajes de Tubuliflorae (45%), Poaceae (30%) o *Artemisia* (20%). Entre el escaso polen arbóreo están presentes entre otros, *Quercus robur* tp, *Quercus ilex* tp, *Corylus*, *Betula* o *Ulmus*.

La representación de la vegetación acuática está dominada por *Isoetes*, que alcanza un máximo del 80%; además están presentes una

gran variedad de taxones higrófilos entre los que destacan Cyperaceae y Umbelliferae (Fig. 3). Los altos valores de *Isoetes* se relacionarían con la existencia de charcas permanentes o estacionales en el seno de los ecosistemas dunares, sistemas frecuentes en este ámbito, en otros territorios del litoral de Portugal en los cuales los sistemas dunares al igual que en el entorno del depósito de Aguçadoura se extienden varios kilómetros hacia el interior (MATEUS, 1992).

FORMACIÓN DE CORTEGAÇA

En el área Norte de Espinho, sobre los cantiles de las playas de Esmoriz y Cortegaça (Fig. 2), se ha descrito (GRANJA & CARVALHO, 1993a, b) una sucesión de niveles fosilizados, cuya continuidad ha llevado a definir el conjunto de los perfiles como una unidad sedimentaria denominada Formación de la Playa de Cortegaça que comprende, siguiendo la descriptiva propuesta en los trabajos de GRANJA & CARVALHO (GRANJA & CARVALHO,

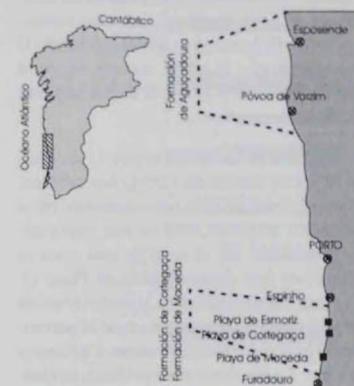


FIGURA 1. Localización de las formaciones estudiadas

1993a, b; GRANJA & DE GROOT, 1996), las unidades descritas en a figura 4.

En el depósito se incluyen al menos, dos facies lacustres constituidas por arenas finas limosas, con un alto contenido en carbón, en las que se obtuvieron dos fechas 14C de 5.500 y 6.850 BP (GRANJA & CARVALHO, 1993a), que permiten situar su génesis en el momento de mayor termicidad del actual interglaciación.

En la parte Norte de la playa de Esmoriz se recogieron para su análisis, muestras del nivel lacustre (II) situado en la parte basal del perfil (Figura 4). Más hacia el Norte, en una pequeña playa situada bajo el acceso a la playa de Esmoriz se recogió un tercer nivel (II-2) relacionado cronológica y deposicionalmente con el nivel lacustre (com. pers. Drs. G.S. DE CARVALHO & H.M. GRANJA).

Los diagramas de porcentajes obtenidos del análisis polínico de los dos muestreos del nivel II, se reproducen en la Figura 5. Los datos polínicos parecen indicar que la parte basal del espectro correspondería a II-2, mientras que el sedimento II se asociaría con el techo, aunque existe la posibilidad de que se produzca un solapamiento entre ambos espectros.

El inicio de la secuencia (zpl-1) se caracteriza por el predominio del polen arbóreo, principalmente de *Pinus*, manteniendo otros elementos arbóreos, una escasa importancia porcentual. En el seno de esta zona se refleja una fase de sustitución de *Pinus cf. pinea* por *Pinus pinaster* tp. y posteriormente hacia el final de la zona descendiendo el porcentaje arbóreo incrementándose *Calluna* y *Poaceae*. La siguiente zona polínica, se identifica por una fase de óptimo de *Calluna*, mientras se mantiene la representación arbórea. La zona que marca el techo del es-

pectro VI-2, muestra una fuerte caída de los porcentajes de *Calluna*, coincidiendo con los incrementos de *Juniperus*, *Poaceae* y *Cruciferae*.

El espectro obtenido en el muestreo II, se caracteriza por el dominio del polen herbáceo, principalmente de *Poaceae*, que llega

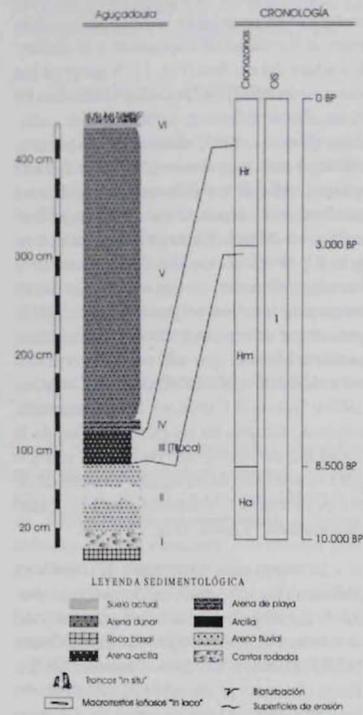


FIGURA 2. Correlación y atribución cronológica de los niveles limnéticos descritos en el depósito de Aguçadoura. OIS, Estadios Isotópicos; Hr, Holoceno reciente; Hm, Holoceno medio; Ha, Holoceno antiguo.

a alcanzar valores del 60% y *Tubuliflorae* con porcentajes en torno al 25%; mientras la representación del total de polen arbóreo se mantiene en valores inferiores al 15%. La parte final de la zona refleja un paulatino descenso de *Poaceae* y un ligero incremento de los valores de *Tubuliflorae*, *Calluna*, *Artemisia* y *Juniperus*. La zona que marca el techo de la secuencia muestra un descenso de los porcentajes de *Poaceae*.

FORMACIÓN DE MACEDA

La repetición en los perfiles de las playas de Cortegaça y San Pedro de Maceda de una sucesión litoestratigráfica de cronología Pleistocena, ha llevado a estos autores a identificarlos en su conjunto como una unidad sedimentaria a la que se ha denominado formación de Maceda (Fig. 2).

Los niveles muestreados para su análisis polínico se recogieron en el cantil de la playa de Maceda. A partir de las descripciones publicadas y de los datos obtenidos durante el muestreo, se elaboró el perfil cronoestratigráfico de la figura 6. En la misma se observa la presencia de tres capas (I, III y V) de arenas finas, limosas de color verdoso-ceniciento, cuya deposición se ha relacionado con la existencia de un ambiente lacustre (GRANJA & CARVALHO, 1993b; CARVALHO & GRANJA, 1997).

A partir de carbones recogidos en el seno de estos tres niveles, se han obtenido dataciones radiocarbónicas (Tab. 1) que permiten atribuir su formación al Estadal Würmiense Final (25.000-15.000 BP) y su transición al Tardiglaciación. Además, se incluyen dentro de esta formación una gran cantidad de macrorrestos leñosos no carbonizados, correspondientes, emplazados bajo el actual nivel del mar en las localidades de San Pedro de Maceda y Esmoriz. Los estudios realizados

a partir de los troncos y ramas recuperados han confirmado su identificación, como *Pinus sylvestris* (GRANJA & CARVALHO, 1993a, b).

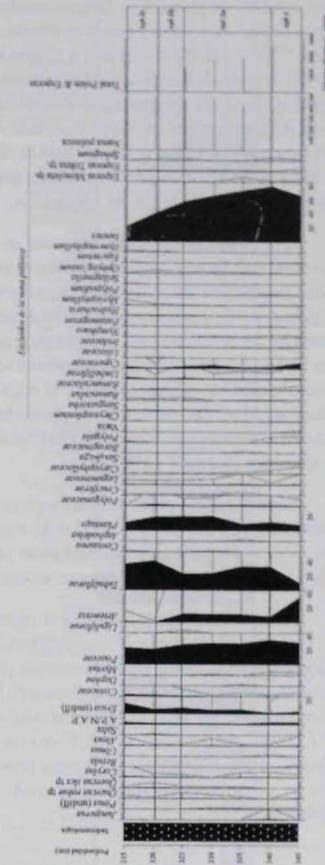


FIGURA 3. Aguçadoura. Diagramas de porcentajes polínicos.

toral Cántabro-Atlántico del NW Ibérico, ha sido puesta de manifiesto recientemente, pese a lo cual tanto en el área Cantábrica como en la Atlántica más norteña, el predominio correspondería a formaciones caducifolias.

El Estadial Würmiense Final aparece reflejado en el espectro de Maceda, cuya secuencia puede en gran medida asimilarse a las obtenidas en registros obtenidos en el Litoral de Galicia (RAMIL-REGO & GÓMEZ-ORELLANA, 1996), fundamentalmente en cuanto al predominio de Poaceae y la escasa presencia, de elementos arbóreos caducifolios. Las principales diferencias entre los espectros estriban en los porcentajes de los taxones arbustivos, ya que mientras en estos la hegemonía corresponde a Ericaceae, en Maceda el taxón mayoritario es *Juniperus*.

La elevada importancia de *Juniperus*, se relacionaría con formaciones halófilas o mesohalófilas de carácter local constituidas por matorrales de *Juniperus phoenicea*, que en la actualidad se desarrollan en terrenos arenosos de zonas costeras de la mitad Sur de Portugal, siendo raro su establecimiento en posiciones más interiores (MATEUS, 1992; BLANCO CASTRO *et al.*, 1997). En apoyo de esta hipótesis, se muestra la escasa representación de los elementos crioxéricos, reflejando una situación climática de relativamente alta humedad, que contrastaría con la presencia de matorrales de carácter xérico. Además, el hecho de que los niveles analizados en este depósito, se encuentren intercalados entre capas de arena identificadas como facies de duna, hace suponer que el humedal se emplazase bajo la influencia directa de los sistemas dunares, que constituirían un medio idóneo para el desarrollo de *Juniperus phoenicea*.

Los dos registros restantes representan diversas fases del Holoceno Medio y Final,

quedando por tanto desprovistos de datos el Tardiglaciario y las fases iniciales del Holoceno. En este sentido ambos periodos aparecen mal representados en gran parte de las secuencias litorales Cántabro - Atlánticas de la Península Ibérica, aunque se dispone sin embargo, de gran cantidad de información procedente de territorios más interiores (RAMIL-REGO *et al.*, 1998).

Los datos Holocenos obtenidos en los depósitos de Cortegaça y Aguçadoura, aparecen en gran medida afectados tanto por la acción directa (cese de la sedimentación), como indirecta del mar (representatividad polínica), que provocan espejismos polínicos, que en ocasiones han sido interpretados como falsas señales climáticas. De este modo, la cercanía del medio lacustre a la línea de costa incide sobre la captación polínica, influyendo directamente en la representación de la vegetación regional y local en el espectro.

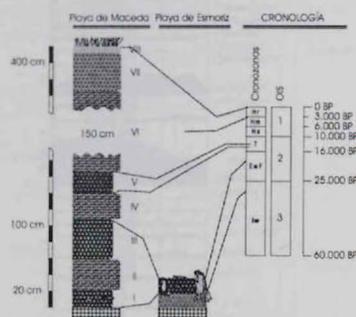


FIGURA 6. Correlación y atribución cronológica de los niveles limnéticos descritos en el depósito de Maceda. OIS, Estadios Isotópicos; Hr, Holoceno medio; Hd, Holoceno medio; He, Holoceno antiguo; T, Tardiglaciario; Ewf, Estadial Würmiense Final; Iw, Interstadial Würmiense. Para la leyenda sedimentológica ver Figura 2.

De este modo en la secuencia, la importancia de las fitocenosis zonales dominantes, constituidas en el área por bosques planocaducifolios (MUÑOZ SOBRINO *et al.*, 1996, 1997; RAMIL-REGO *et al.*, 1996, 1998), se vería enmascarada por la lluvia polínica procedente de las formaciones halófilas litorales y la vegetación instalada sobre el propio humedal.

La acentuación de este proceso en el depósito de Cortegaça, reflejada como una menor presencia de elementos arbóreos caducifolios frente a otros emplazados en el litoral Atlántico como Mougás o Seselle, vendría determinada, por una mayor influencia de la sedimentación eólica en el área, evidenciada tanto por los análisis sedimentológicos (GRANJA & CARVALHO, 1993b), que emplazarían la deposición del nivel en un ambiente lacustre separado del mar por una barrera de sistemas dunares, como por la existencia en el área de depósitos eólicos situados varios kilómetros hacia el interior. Por tanto los datos obtenidos permiten únicamente la reconstrucción de la evolución local de la vegetación y del propio ecosistema.

De igual forma, la elevada representación de elementos como *Artemisia*, *Tubuliflorae*, *Juniperus* o incluso *Pinus*, en el diagrama de Aguçadoura, estaría asociada a la vegetación desarrollada en relación con los sistemas de dunas, de acuerdo con la dinámica que se ha advertido en análisis realizados en lagunas costeras activas emplazadas en el seno o en el entorno de sistemas de dunas en el área litoral de Alentejo (MATEUS, 1992).

El ambiente sedimentario de la formación, en su mayor parte dominado por las facies eólico-marinas, juntamente con la cercanía de la línea de costa definida para el periodo

de deposición del nivel, permite relacionar el paisaje fuertemente deforestado, con el registro de los elementos constituyentes de las fitocenosis halófilas de índoleazonal. La suprarrepresentación de estas formaciones unido a la intensa deforestación que caracteriza las fases finales del Holoceno (MATEUS, 1992; RAMIL-REGO *et al.*, 1996; MUÑOZ SOBRINO *et al.*, 1996, 1997.) serán las causas de la escasa representación del polen arbóreo en la secuencia. Los elevados porcentajes de *Tubuliflorae* o *Artemisia*, se enmarcarán asimismo en la proximidad al depósito de las comunidades halófilas o mesohalófilas del litoral (MATEUS, 1992), más bien que con biocenosis de carácter crioxérico.

CONCLUSIONES

Los datos de mayor antigüedad corresponden a un paleobosque de *Pinus*, cuyo desarrollo se enmarcaría en la parte final del Interstadial Würmiense y que contribuye a reforzar la presencia de bosques en el NW ibérico durante este periodo, dilucidada en varios registros polínicos. Durante el subsiguiente periodo frío (Estadial Würmiense Final), los datos reflejan, en consonancia con los datos disponibles en el territorio, un paisaje dominado por formaciones herbáceas o arbustivas el relego de las formaciones arbóreas, cuya presencia se restringiría a

FORMACIÓN DE LA PLAYA DE MACEDA	
Niveles lacustres	Cronología (años BP)
Niveles superiores	14.300±160
Niveles intermedios	23.625±570
Niveles inferiores	24.625±590
	26.700±1000

TABLA 1. Unidades estratigráficas y dataciones radiocarbónicas de la formación de la playa de Maceda. (A partir de Granja & Soares, 1993).

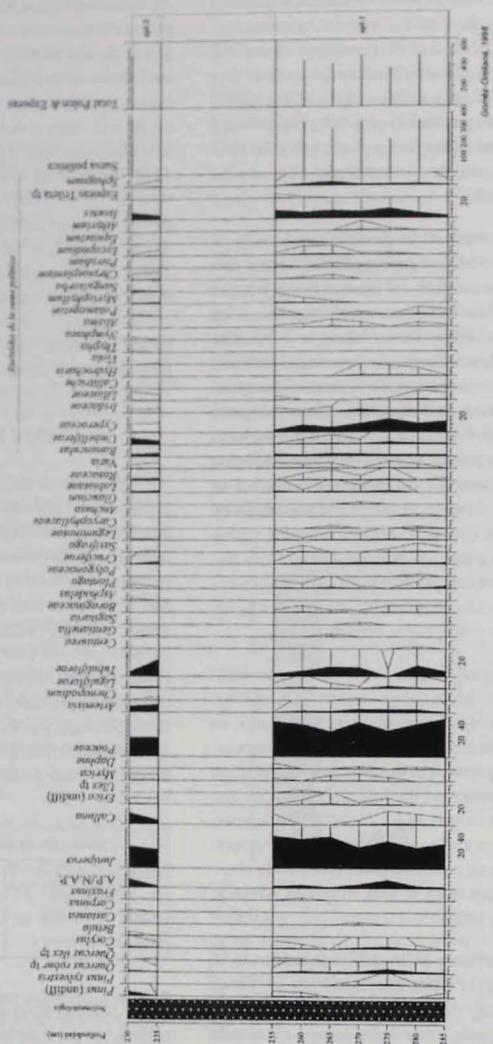


FIGURA 7. Maceda. Diagrama de porcentajes polínicos.

determinadas áreas topográficamente más favorecidas

La secuencia paleobotánica más reciente, en combinación con la información sedimentológica disponible, permiten afirmar la alternancia durante el Holoceno de momentos de ascenso y retroceso de la cota del nivel marino y que por tanto la transgresión holocena, tuvo lugar de forma escalonada y con momentos de cierta estabilidad, que permitieron el establecimiento en las cercanías de la línea de costa de un conjunto de ecosistemas lacustres, que posteriormente serían sepultados por facies de playa y duna en sucesivas fases de avance del frente marino. El predominio entre la vegetación local de macrófitos dulceacuicolas, permite establecer la presencia de una capa de agua dulce permanente, que caracterizaría un medio lagunar dominado por agua dulce, en coexistencia con medios semiterrestres, definidos por la presencia de una gran diversidad de táxones acuáticos.

La comparación con otras secuencias holocenas del NW ibérico, muestra una clara divergencia en cuanto a la representación de las diferentes biocenosis. Mientras los diagramas obtenidos en territorios interiores muestran las diferentes fases de expansión y dominio de los bosques, las secuencias más próximas a la línea de costa reflejan el predominio de formaciones herbáceas y arbustivas o incluso de la vegetación local instalada sobre el propio humedal.

Estas diferencias, que en ocasiones se han interpretado como reflejo de una situación climática determinada, deben achacarse a la influencia de la cercanía del mar, que actuaría como un factor determinante en la representatividad de las comunidades vegetales dominantes en la secuencia, que que-

darían enmascaradas frente a las biocenosis azonales.

AGRADECIMIENTOS

A los Drs. H.M. Granja y G.S. De Carvalho por su colaboración en los trabajos de campo. Este trabajo se incluye en los proyectos de investigación PGDIT 01MAM29101PR y CICIT 01PAT29101PR.

BIBLIOGRAFIA

BLANCO CASTRO, E.; CASADO GONZÁLEZ, M.A.; COSTA TENORIO, M.; ESCRIBANO BOMBÍN, R.; GARCÍA ANTÓN, M.; GÉNOVA FUSTER, M.; GÓMEZ MANZANEQUE, A.; MORENO SAIZ, J.C.; MORLA JUARISTI, J.C.; REGATO PAJARES, P. & SAINZ OLLERO, H. (1997). *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Planeta. Barcelona.

CARVALHO, G.S. & GRANJA, H.M. (1997). Ambientes do Plistocénico superior e do Holocénico na zona costeira do noroeste de Portugal (Estado actual do conhecimento sobre os seus problemas). In: J. RODRÍGUEZ VIDAL (ed.), *Cuaternario Ibérico*, pp. 55-60. AEQUA. Huelva.

GRANJA, H.M. (1991). *Os sistemas dunares a norte da laguna de Aveiro e neotectónica recente*. Conferência e Comunicações do seminário "Zona Costeira e Problemas Ambientais". Comissão Nacional da Associação EUROCOAST pp. 53-64. Aveiro.

GRANJA, H.M. & CARVALHO, G.S. (1993a). *As datações pelo radiocarbono e o Plistocénico-Holocénico da zona costeira do NO de Portugal*. Actas 3ª Reunião do Quaternário Ibérico, pp. 383-393. CTPEQ-AEQUA. Coimbra.

GRANJA, H.M. & CARVALHO, G.S. (1993b). *A synthesis of the researches about the Pleistocene-Holocene evolution of the NW coastal zone of Portugal*. Proceedings of The First International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST, pp. 160-165. Turkey.

- GRANJA, H.M. & CARVALHO, G.S. (1994). How can the Holocene help to understand coastal zone evolution?. Proceedings of the Second International Symposium EUROCOAST Littoral 94, 1:149-167. Lisboa.
- GRANJA, H.M. & CARVALHO, G.S. (1995). Sea-level changes during the Pleistocene-Holocene in the NW coastal zone of Portugal. *Terr. Nova* 7:60-67.
- GRANJA, H.M. & DE GROOT, TH.A.M. (1996). Sea level rise and neotectonism in a Holocene coastal environment at Cortegaça beach (NW Portugal): A case Study. *J. Coast. Res.* 12(1):160-170.
- MATEUS, J.E. (1992). **Holocene and present-day ecosystems of the Carvalhal Region, Southwest Portugal.** Tesis doctoral. Rijksuniversiteit Utrecht.
- MOORE, P.D., WEBB, J.A. & COLLINSON, M.E. (1991). **Pollen analysis.** Blackwell Sci. Pub., Oxford.
- MUÑOZ SOBRINO, C.; RAMIL-REGO, P.; GÓMEZ-ORELLANA, L. & RODRÍGUEZ GUITIÁN, M. (1996). Modificaciones del paisaje vegetal durante el cuaternario en el NW de la Península Ibérica, contextualización con las secuencias del SW de Europa. In: P. RAMIL-REGO & C. FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ (eds). *Arqueometría y Paleocología del Norte de la Península Ibérica. Cambios naturales y perturbaciones antrópicas.* Fervedes, pp. 3:117-150.
- MUÑOZ SOBRINO, C.; RAMIL-REGO, P. & RODRÍGUEZ GUITIÁN, M. (1997). Upland vegetation in the north-west Iberian peninsula after the last glaciation: forest history and deforestation dynamics. *Veg. Hist. Archaeobot.* 6:215-233.
- RAMIL-REGO, P. & GÓMEZ-ORELLANA, L. (1996). Dinámica climática y biogeográfica del área litoral-sublitoral de Galicia. In: P. RAMIL-REGO, C. FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ & M. RODRÍGUEZ GUITIÁN (Coord.), *Biogeografía Pleistocena-Holocena de la Península Ibérica*, pp. 43-71. Xunta de Galicia.
- RAMIL-REGO, P.; TABOADA CASTRO, M.T.; DÍAZ-FIERROS, F. & AIRA RODRÍGUEZ, M.J. (1996b). Modificación de la cubierta vegetal y acción antrópica en la región del Minho (Norte de Portugal) durante el Holoceno. In: P. RAMIL-REGO, C. FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ & M. RODRÍGUEZ GUITIÁN (Coord.), *Biogeografía Pleistocena de la Península Ibérica*, pp. 199-214. Xunta de Galicia.
- RAMIL-REGO, P.; MUÑOZ SOBRINO, C.; RODRÍGUEZ GUITIÁN, M. & GÓMEZ-ORELLANA, L. (1998). Differences in the vegetation dynamics in the North Iberian peninsula during the last 16 000 years. *Plant Ecol.* 138:41-62.

ESTUDIO PALINOLÓGICO DEL COMPLEJO HIPOGEO DE LA CALLE SAN FELIPE 1A: GALERÍA D, CARMONA (SEVILLA)

Llergo, Y.¹; Ubera, J.L.¹ & Román, J.M.²

¹ Departamento de Biología Vegetal, Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias, Campus de Rabanales, 14071 - Córdoba.
² Equipo de arqueología urbana de Carmona, Museo de la Ciudad, C/ San Ildefonso nº 1, 41410 - Sevilla.

(Manuscrito recibido el 21 de Noviembre de 2002, aceptado el 18 de Diciembre de 2003)

RESUMEN: Se han estudiado 7 muestras de la galería D del complejo hipogeo de la calle San Felipe, Carmona (Sevilla). El yacimiento consta de una serie de galerías subterráneas excavadas en la roca durante los siglos III-II a.C. Los granos de polen, han sido aislados y concentrados por los procedimientos físico-químicos habituales. Estos se identificaron y cuantificaron en unidades absolutas, la cantidad relativa fue calculada en porcentajes. Para observar los cambios producidos en la vegetación a lo largo del periodo estudiado se ha construido un diagrama polínico con los datos porcentuales. Sobre este diagrama se ha expresado un análisis cluster jerarquizado por estratos, que nos permite definir las etapas del yacimiento. Finalmente y con objeto de determinar las semejanzas entre las muestras, entre los tipos polínicos, así como las relaciones entre ambos, se ha realizado un análisis de componentes principales. De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede concluir que el yacimiento ha pasado por tres etapas, ocupación, clausura y abandono y posteriormente de reamortización como basurero. La vegetación natural y cultivada es deducida a partir del presente estudio polínico.

PALABRAS CLAVE: Polen, Arqueología, Arqueobotánica, Tilia Graph, Análisis de componentes principales.

SUMMARY: Seven samples from gallery D of the subterranean complex at San Felipe street, Carmona (Sevilla) site have been studied. The site consists of a serial of underground galleries dug in the rock during centuries III-II B.C. Pollen grains have been isolated and concentrated by the usual physical-chemical procedures. It was identified and quantified absolute counts, relative concentration was calculated as percentages. In order to assess the taken place changes in vegetation a pollen diagram, based in percentage data, 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. Accordingly with the results one can conclude that site gone trough by three stages, occupation, closure and abandonment and reamortization like garbage. Natural and cultivated vegetation was deduced from the present pollen data.

KEY WORDS: Pollen, Archaeology, Arqueobotany, Tilia Graph, Principal components analysis.